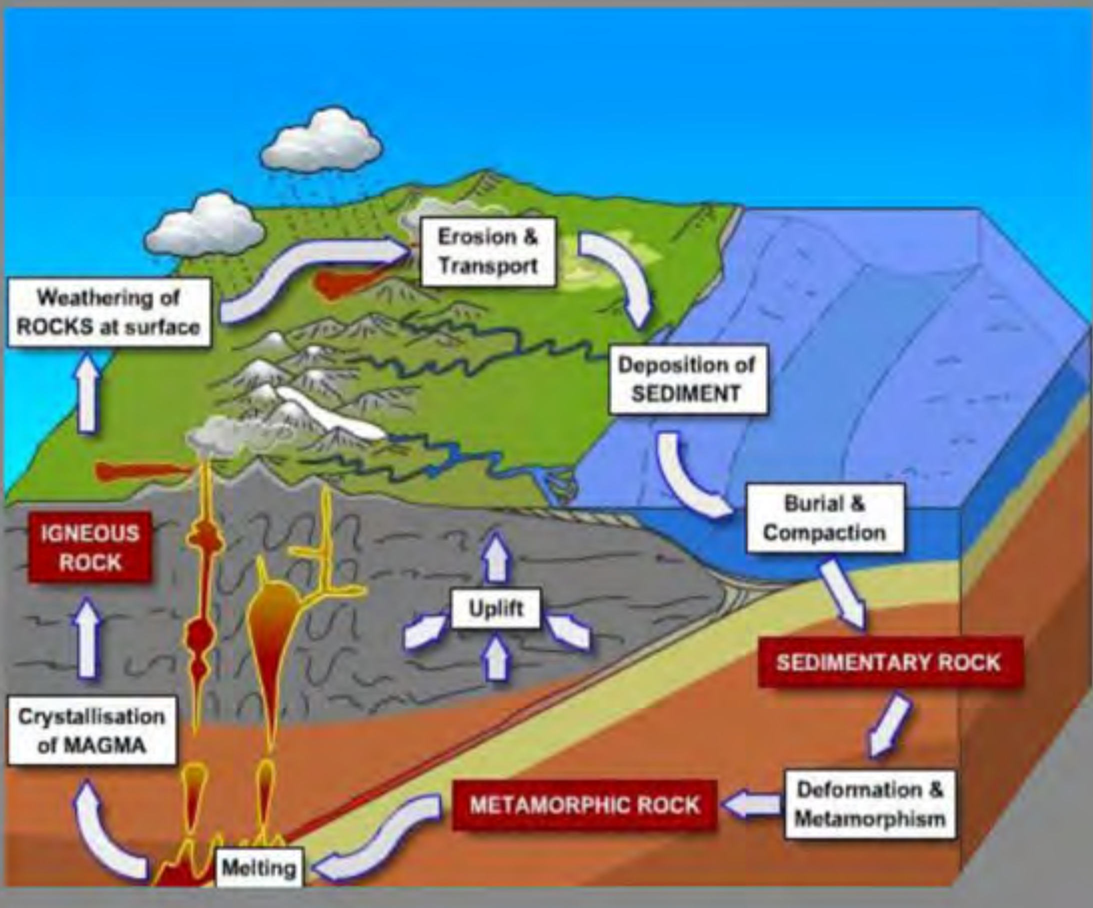
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
REPUBLIK INDONESIA
2013

Batuan



Kelas X

Semester 2

PENULIS

Kata Pengantar

Kurikulum 2013 adalah kurikulum berbasis kompetensi. Di dalamnya dirumuskan secara terpadu kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan yang harus dikuasai peserta didik serta rumusan proses pembelajaran dan penilaian yang diperlukan oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diinginkan.

Faktor pendukung terhadap keberhasilan Implementasi Kurikulum 2013 adalah ketersediaan Buku Siswa dan Buku Guru, sebagai bahan ajar dan sumber belajar yang ditulis dengan mengacu pada Kurikulum 2013. Buku Siswa ini dirancang dengan menggunakan proses pembelajaran yang sesuai untuk mencapai kompetensi yang telah dirumuskan dan diukur dengan proses penilaian yang sesuai.

Sejalan dengan itu, kompetensi keterampilan yang diharapkan dari seorang lulusan SMK adalah kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret. Kompetensi itu dirancang untuk dicapai melalui proses pembelajaran berbasis penemuan (*discovery learning*) melalui kegiatan-kegiatan berbentuk tugas (*project based learning*), dan penyelesaian masalah (*problem solving based learning*) yang mencakup proses mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Khusus untuk SMK ditambah dengan kemampuan mencipta .

Sebagaimana lazimnya buku teks pembelajaran yang mengacu pada kurikulum berbasis kompetensi, buku ini memuat rencana pembelajaran berbasis aktivitas. Buku ini memuat urutan pembelajaran yang dinyatakan dalam kegiatan-kegiatan yang harus **dilakukan** peserta didik. Buku ini mengarahkan hal-hal yang harus **dilakukan** peserta didik bersama guru dan teman sekelasnya untuk mencapai kompetensi tertentu; bukan buku yang materinya hanya dibaca, diisi, atau dihafal.

Buku ini merupakan penjabaran hal-hal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan kurikulum 2013, peserta didik diajak berani untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Buku ini merupakan edisi ke-1. Oleh sebab itu buku ini perlu terus menerus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya sangat kami harapkan; sekaligus, akan terus memperkaya kualitas penyajian buku ajar ini. Atas kontribusi itu, kami ucapkan terima kasih. Tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada kontributor naskah, editor isi, dan editor bahasa atas kerjasamanya. Mudah-mudahan, kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan menengah kejuruan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2014

Direktur Pembinaan SMK

Drs. M. Mustaghfirin Amin, MBA

DAFTAR ISI

BAB I
BATUAN

Batuan diciptakan Tuhan untuk kepentingan manusia

Puji syukur pada Alloh yang Maha Kuasa , yang telah menciptakan bumi beserta isinya ini untuk dimanfaatkan dan dikelola bagi kepentingan hidup umat-Nya.

Bumi yang antara lain berisi batu batuan ciptaan-Nya ini marilah kita manfaatkan dan kita lestarikan untuk kepentingan kita dan generasi mendatang.

Pernahkah kalian mengamati material yang dipergunakan untuk pondasi rumahmu ?

Pernahkah kalian berpikir material apa yang dipergunakan untuk baterai Handphone mu ?

Pernahkah kalian berpikir asal dari batu cincin permata yang sangat indah dan beraneka ragam untuk perhiasan itu ?

Pernahkah kalian berpikir dari mana asal batu pualam marmer untuk dinding, lantai maupun untuk patung patung yang sangat indah itu.

Pernahkah kalian berpikir darimana asal besi dan logam campuran untuk kerangka dan mesin sepeda motormu ?

Pernahkah kalian berpikir asal bensin yang kalian pakai sebagai bahan bakar motormu ?

Pernahkah kalian berpikir asal dari kaca yang banyak dipakai sebagai jendela di rumahmu ?

Contoh pertanyaan pertanyaan itu barulah sebagian kecil saja dan merupakan persoalan yang masih amat sederhana, adapun salah satu contoh yang cukup sulit adalah pernahkah kalian berpikir asal dari logam yang mampu menahan tekanan dan panas saat dipakai untuk membuat pesawat luar angkasa ?

Mengapa pula batu batuan yang ada dimuka bumi ini beragam jenis, bentuk dan warnanya?

Muara dari pertanyaan pertanyaan diatas maka jawabannya adalah semuanya berasal dari mineral dan unsur unsur yang terdapat di dalam batuan ciptaan Tuhan.

Batuan ciptaan Tuhan itu meliputi seluruh batuan yang ada dipermukaan bumi, di dalam perut bumi, di dasar laut maupun batuan yang berada di planet luar bumi, sebagai contoh batu meteor.

“Tuhan menciptakan bumi ini bagi orang yang mau berpikir”

Pentingnya mempelajari Ilmu Batuan

Ilmu Batuan di dalam Kurikulum 2013 untuk Kompetensi Keahlian Geologi Pertambangan diletakkan sebagai salah satu dasar dari Kompetensi tersebut, artinya seluruh kompetensi keahlian Geologi Pertambangan yaitu Kompetensi Peledakan dan Pemboran, Kompetensi Teknik Eksplorasi dan Teknik Tambang, Kompetensi Pemetaan Topografi dan Pemetaan Geologi, Kompetensi Preparasi bahan galian, dan Kompetensi Geotek. Seluruhnya akan terkait dengan ilmu batuan.

Singkatnya ialah : kalian meledakkan maka yang diledakkan adalah batuan , kalian mem bor maka yang dibor adalah batuan, kalian meng eksplorasi dan menerapkan teknik tambang objeknya adalah batuan, kalian mengerjakan pemetaan maka yang dipetakan adalah batuan, kalian preparasi bahan galian maka bahan galian juga ber assosiasi dengan batuan , begitu pula kalian mengerjakan Geotek tidak akan terlepas dari batuan.

Artinya adalah sangat penting kalian mempelajari, memahami, menguasai, menerapkan , mendiskripsi teori teori dari sifat, jenis , nama dan macam batuan dan pola penyebaran, serta menyajikan dan mencipta dari praktek batuan , baik di Laboratorium maupun di Lapangan.



Gambar 1.1. Siswa SMK Geologi Pertambangan praktek mengamati batuan di lapangan

A. BATUAN

1. Definisi Batuan

APAKAH BATUAN ITU ?

Batuan adalah semua bahan yang menyusun kerak bumi dan merupakan suatu agregat atau kumpulan dari mineral mineral yang telah menghablur.

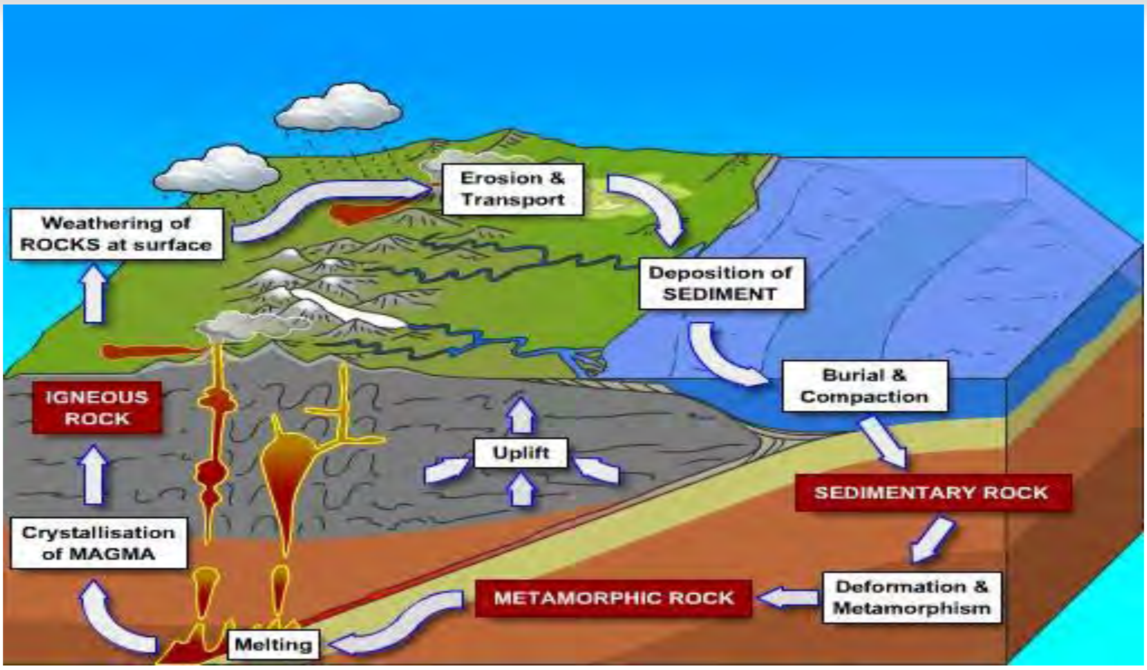
Tidak termasuk batuan adalah tanah dan bahan lepas lainnya yang merupakan hasil pelapukan kimia maupun pelapukan mekanis serta proses erosi batuan. Sampai disini berarti batuan adalah kumpulan mineral yang telah mengeras dan merupakan bahan penyusun kerak bumi.

2. Genesa Batuan

Genesa (sejarah terbentuknya) batuan, batuan dapat dibagi dalam 3 jenis , yaitu :

1) Batuan Beku (*Igneous rock*) : adalah merupakan kumpulan interlocking agregat mineral mineral silikat hasil pendinginan magma (Walter T. Huang , 1962). Maka jelaslah kalian dalam memahami batuan beku, kalian tidak bisa lepas dari pemahaman mengenai magma sebagai bahan asal dari seluruh batuan beku.
2) Batuan Sedimen (*Sedimentary rock*) : adalah batuan hasil litifikasi bahan rombakan batuan hasil denudasi atau hasil reaksi kimia maupun hasil kegiatan organisme (Pettijohn, 1964). *Source rock* (batuan asal) dari batuan sedimen dapat berupa batuan beku, batuan metamorf atau batuan sedimen (yang telah ada sebelumnya) dan telah mengalami rombakan sehingga menjadi batuan sedimen. Kalian dalam memahami batuan sedimen akan terkait dengan proses pelapukan, proses erosi, denudasi, transportasi, lithifikasi dari bahan asal sampai menjadi batuan sedimen.
3) Batuan Metamorf (*metamorphic rock*) : adalah batuan yang berasal dari suatu batuan induk yang mengalami perubahan tekstur dan komposisi mineral pada fase padat sebagai akibat adanya perubahan fisika (tekanan, temperatur atau akibat keduanya yaitu tekanan dan temperatur (HGF Winkler, 1967 , 1979).

Dalam sejarah pembentukkannya ketiga jenis batuan tersebut dapat mengalami JENTERA BATUAN (*Rock Cycle*) seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 1.1. Siklus batuan di alam.

Keterangan gambar :

Pada awalnya batuan beku terbentuk dari proses proses pembekuan magma atau yang dikenal dengan Differensiasi magma, batuan beku yang tersingkap di permukaan bumi selanjutnya terkena panas matahari, hujan dan angin mengalami proses pelapukan (*weathering*), tererosi dan tertransport kedalam tempat yang lebih rendah yang disebut sebagai cekungan , menjadi endapan sedimen (*deposition of sediment*), selanjutnya akibat tekanan dan kompaksi (*burial and compaction*) maka endapan sedimen ini mengeras atau disebut mengalami lithifikasi menjadi batu, yaitu batuan sedimen. Batuan sedimen dan batuan beku itersebut apabila terkena proses deformasi dan metamorphisme (terbentuknya kembali suatu batuan akibat proses metamorfisme) akibat adanya tekanan dan temperatur (*pressure and temperature*) yang relatif tinggi maka batuan sedimen dan batuan beku ini akan terubah menjadi batuan metamorf.

Berikutnya batuan sedimen dan batuan metamorf yang terdapat pada kedalaman sangat besar akan meleleh lagi (*partial melting*) menjadi magma, selanjutnya magma membeku lagi menjadi batuan beku, begitu seterusnya ber ulang seperti keterangan sebelumnya, sehingga membentuk suatu jentera atau siklus batuan.

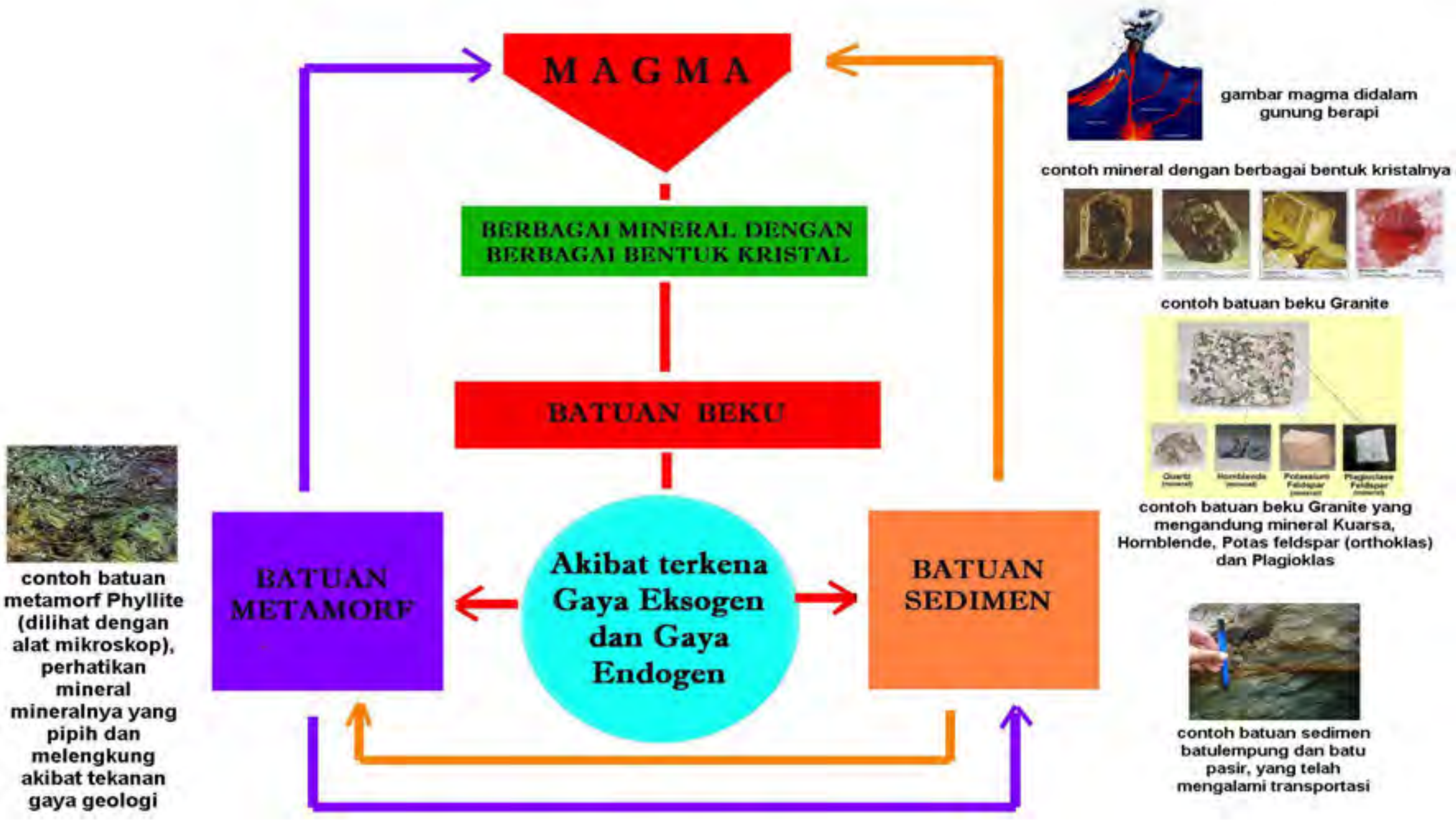
Magma sebagai bahan pembentuk batuan beku adalah sangat penting kalian ketahui.

Maha Besar Tuhan yang telah mengatur alam ini sedemikian rupa secara teratur dan beraturan, seperti ditunjukkan dalam proses jentera batuan. Dari magma yang ada di perut bumi, oleh berbagai proses akan terbentuk bermacam mineral dengan bermacam bentuk Kristal pula. Kumpulan dari satu jenis atau lebih mineral mineral tersebut akan membentuk batuan beku, selanjutnya akibat adanya gaya Eksogen (erosi, pelapukan, denudasi, transportasi) maka akan terbentuk batuan sedimen sedangkan akibat adanya gaya endogen (tekanan dan panas) maka akan terbentuk batuan metamorf , begitu seterusnya akan membentuk suatu cyclus batuan.

Evaluasi :

Ceritakan Genesa batuan dan Jentera batuan dengan bahasamu sendiri !

Berilah gambar untuk memperjelas ceritamu !



Gambar 1. 3. Hubungan Magma dengan terbentuknya Mineral , Kristal dan Batuan

B. Magma

1. Apakah Magma itu ?

Menurut para ahli seperti Turner dan Verhoogen (1960), F. F Groun (1947), Takeda (1970), magma didefinisikan sebagai cairan silikat kental yang pijar terbentuk secara alamiah, bertemperatur tinggi antara 900º C – 1200º C atau lebih dan bersifat *mobile* (dapat bergerak) serta terdapat pada kerak bumi bagian bawah.

Berdasarkan pengertian tentang magma di atas, dapat ditafsirkan bahwa secara kimia fisika, magma adalah system berkomponen ganda (multi component system) dengan fase cair dan sejumlah kristal yang mengandung didalamnya sebagai komponen utama, disamping fase gas pada keadaan tertentu.

Bunsen (1951) berpendapat bahwa ada 2 jenis magma primer, yaitu Basaltis dan Granitis, dan batuan beku adalah merupakan hasil campuran dari 2 magma ini yang kemudian mempunyai komponen lain.

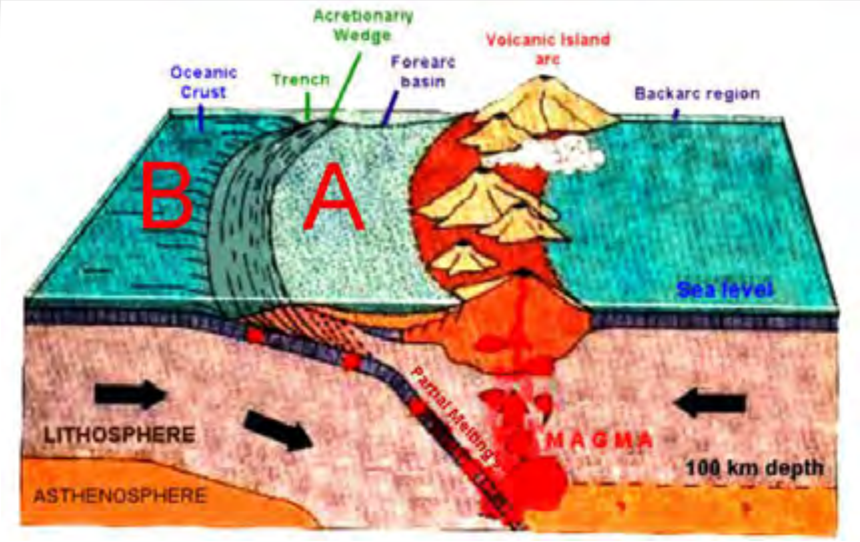
Dally (1933) berpendapat bahwa magma asli (primer) adalah bersifat basa yang selanjutnya akan mengalami proses differensiasi menjadi magma bersifat lain. Magma basa bersifat encer (viskositas rendah), kandungan unsur kimia berat, kadar H+, OH- dan gas tinggi, sedangkan magma asam sebaliknya.

Darimanakah asalnya Magma ?

Berbicara asal usul (genesa) magma , maka kalian tidak bisa terlepas dari pemahaman teori Tektonika Lempeng (*Plate Tectonic*) dalam pelajaran Geologi Dasar yang telah kalian pelajari di kelas X .

Percobaan :

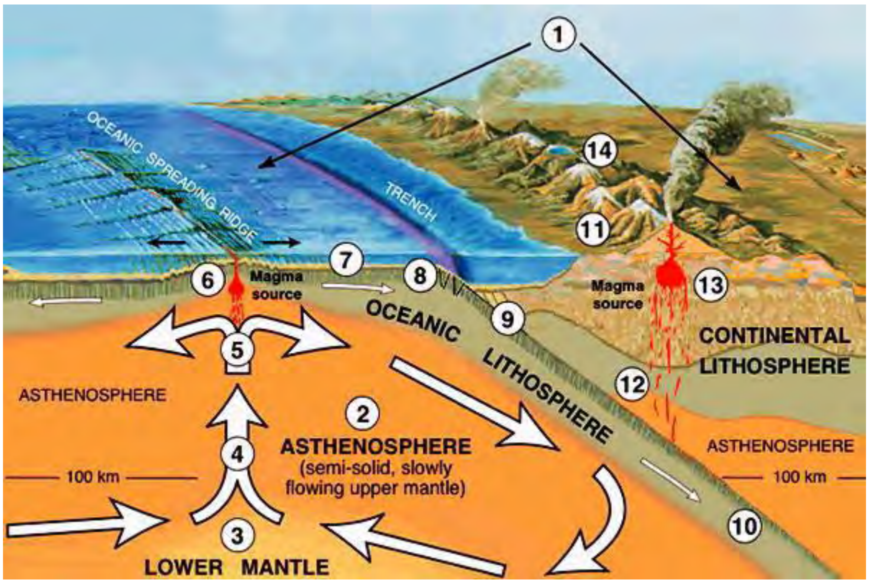
Siapkan sebuah panci yang diisi air, kompor dan potongan potongan kayu. Amatilah pergerakan potongan kayu kayu yang mengapung di atas air mendidih yang kalian masak dengan api kompor tersebut. Apa yang terjadi dengan potongan kayu kayu tersebut ? Adakah kesamaan percobaanmu tersebut dengan pemahamanmu mengenai pergerakan lempeng tektonik ?



Gambar 1.4. Tumbukan Lempeng Daratan (A : kanan) dengan Lempeng Samudra (B kiri)

Lihat gambar1.4 di atas ! Dari tumbukan tersebut disebabkan Lempeng Samudra lebih tipis maka akan menunjam menyusup dibawah Lempeng Daratan , penyusupan ke bawah ini akan menjadikan temperaturnya sangat tinggi sehingga akan melelehkan material material kerak ini menjadi magma (*partial melting*) dan akibat kandungan magma yang mengandung pula unsur gas maka akan menyebabkan magma menjadi mobil bergerak naik dan keluar melalui bidang lemah dimuka bumi, sehingga terbentuklah gunung-gunung berapi.

Pergerakan lempeng lempeng pada mantel bumi dapat merupakan pergerakan yang saling menjauh, saling bertumbukan ataupun saling bergesekan. Pergerakkan lempeng lempeng tersebut disebabkan oleh adanya **Arus Konveksi**.



Gambar1.5. Model Lempeng Tektonik yang saling menjauh dan saling bertumbukkan

Evaluasi :

1. Berilah keterangan gambar sesuai dengan nomer yang ada , dari nomer 1 sampai 14 !
2. Tahukah kalian mengapa Lempeng lempeng tektonik tersebut dapat bergerak ?
3. Dalam pergerakan lempeng lempeng tersebut apakah akan selalu bertumbukan?
4. Pernahkah kalian mengamati "*mid oceanic spreading ridge*" dalam model Tektonik Lempeng? Adakah hubungannya dengan magma ?
5. Jelaskan asal magma yang bukan ber asal dari tumbukan lempeng !

2. Proses Pembentukan Magma



Gambar 1. 6. Contoh magma yang keluar ke bumi (Lava)

Para ahli geologi dan vulkanologi bahwa panas bumi berasal dari proses "pembusukan" mineral radioaktif. Pada unsur radioaktif yang terkandung pada suatu mineral, pada saat unsur tersebut meluruh (desintegration) menjadi unsur radioaktif

yang susunannya lebih stabil, akan mengeluarkan sejumlah bahan (tenaga) panas yang mampu melelehkan batuan disekitarnya.

Secara teoritik, zat radioaktif akan semakin berkurang, pada kedalaman yang semakin besar. Dari pemahaman seperti ini pula maka lahir beberapa istilah yang berhubungan dengan suhu dan kedalaman. Landaian panas bumi normal (geothermal gardien) adalah istilah yang menerangkan bertambah besarnya suhu apabila kita susun hingga kedalaman tertentu, yakni sekitar 30C/100 m. Sedangkan besarnya derajat geothermal normal (*geothermal degree*) adalah 10 C/33 m – 10 C/45 m. Variasi derajat geothermal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain ; kondisi batuan, proses hidrokimia batuan, kerja air tanah, kerja air permukaan dan konsentrasi mineral radioaktif. Secara teoritis semakin kearah inti bumi, derajat geothermal akan mencapai 193.600º C sehingga unsur-unsur di dalam selubung dan inti bumi berada dalam keaadaan cair.

Kecepatan rambat gelombang yang rendah dalam selubung atas bumi, sekitar kedalaman 50-150 km, mencirikan adanya lajur yang sebagian kecil berupa bahan lelehan. Berdasarkan analisis gempa, magma basal di Hawaii terdapat pada kedalaman 50-60 km.

Menurut beberapa ahli, pembentukan magma membutuhkan:

1. Bahan selubung, di mana para ahli kurang setuju apabila lapisan lapisan ini terdiri dari eklogit dan peridotit. Ringwood (1975) percaya kalau di dalam lapisan ini terdapat basal dan peridotit dengan perbandingan 1 : 3.
2. Bahan kerak, di mana lelehan bahan kerak (magma anatektik) apabila sempurna akan membentuk magma sinteksis. Tetapi apabila prosesnya tidak sempurna, maka hanya akan terbentuk reormofis saja.
3. Sedimen cekungan.

Pembentukan magma merupakan serangkaian proses kompleks yang meliputi :

- pemisahan (*differentiation*), yaitu proses dimana magma yang homogen terpisah dalam fraksi-fraksi komposisi yang berbeda-beda.
- percampuran (*assimilation*), saat evolusi magma juga dipengaruhi oleh batuan sekitarnya (wall-rock). Magma dalam temperatur tinggi, sewaktu kristal-kristal mulai terbentuk maka panas ini akan menjalar dan melarutkan batuan-batuan sekitarnya. Sehingga mempengaruhi komposisi magma tersebut. Hal ini sering

terjadi terutama pada magma plutonik. Proses Pencampuran Magma ; dua batuan yang berbeda, terutama batuan vulkanik dan batuan intrusi dangkal dapat juga dihasilkan oleh campuran dari sebagian kristalisasi magma.

- anaktesis
- hibridasi serta metamorfisma regional.

Komposisi magma ditentukan oleh komposisi bahan yang meleleh, derajat fraksinasi, dan jumlah pengotoran dalam magma oleh batuan samping (*parent rock*).

Dan telah disepakati pula kalau sumber panas di dalam selubung dan inti bumi adalah :

- Panas sisa bumi,
- Pembusukan mineral radioaktif,
- Pelepasan gelombang tenaga,
- Radiasi matahari dan reaksi eksotermik.

Sementara, komposisi magma ditentukan oleh komposisi bahan yang meleleh, derajat fraksinasi dan jumlah pengotoran dalam magma oleh batuan samping (*parent rock*).

Berbagai pendapat tentang asal-usul magma (*the problem of origin of magma*) :

1. Merupakan pandangan magmatis klasik (*classical magmatism*), di mana terdapat dua kerabat (suite) magma yaitu kerabat simatik (*simatic suite*) dan kerabat sialik (*sialic suite*). Basal samudra adalah hasil "juvenil" yang berasal dari *primary magma shell* (Ritmann, 1967)
2. Pada tahapan kedua perkembangan bumi, bahan selubung atas dan kerak telah mengalami keseimbangan geokimia yang dinamik, sehingga basal samudra yang telah terpisah dari selubung atas bumi bukan merupakan bahan juventil dari bakal-bumi (*proto earth*), tetapi berasal dari lapisan sima. Demikian pula dengan basal dataran tinggi (*plateau basalt*). Sedangkan pluton granitik dan kerabat kapur alkali (*talc alkaline suite*) berasaldari bahan kerak sialik. Teori ini dikenal dengan Neohuttonianism Theory, yang dikemukakan oleh Nieuwenkamps (1968)
3. Magma benua umumnya bersifat bebas (*independent*), sedang mahma basaltik berasal dari selubung atas bumi. magma asam atau magma riolitik diduga berasal dari kerak sialik (Glangeaud & Lettole, 1960)

3. Komposisi Magma

Komposisi Kimia Magma berupa senyawa yang bersifat non volatile, volatile dan unsur-unsur lain atau unsur jejak , sebagai berikut :

1. Senyawa yang bersifat non volatil dan merupakan senyawa oksida dalam magma terdiri dari SiO_2 , Al_2O_9, Fe_2O_9, FeO, MnO, CaO,Na_2O,K_2O, TiO_2, P_2O_5.
2. Senyawa volatil ; terdiri dari fraksi-fraksi gas CH_4, CO_2, HCl, H_2S, SO_2 dsb.
3. Unsur-unsur lain atau unsur jejak : Rb, Ba, Sr, Ni, Co, V, Li, Cr, S, Pb.

4 Evolusi Magma

Magma dapat berubah menjadi magma yang bersifat lain oleh proses-proses sebagai berikut:

a. Hibridisasi : pembentukan magma baru karena pencampuran 2 magma yang berlainan jenis.
b. Sintesis : pembentukan magma baru karena proses asimilasi dengan batuan gamping.
c. Anateksis : proses pembentukan magma dari peleburan batuan pada kedalaman yang sangat besar.

5. Differensiasi Magma

Sehingga dari akibat-akibat proses tersebut magma selanjutnya mengalami perubahan magma dari kondisi awal yang homogen dalam skala besar sehingga menjadi suatu tubuh batuan beku yang bervariasi. Peristiwa atau proses perubahan magma dari kondisi awal yang homogen dalam skala besar sehingga menjadi suatu tubuh batuan beku yang bervariasi ini disebut sebagai **Differensiasi Magma**. Secara garis besar differensiasi magma ini terdiri dari 2 bagian, yaitu :

1. Fraksinasi Kristal (terbentuknya kristal kristal dari magma) dan
2. Liquid Immiscibility (pemisahan kristal kristal akibat hilangnya gas).

1. **Fraksinasi Kristal**

   Komposisi cairan magma dapat berubah sebagai hasil dari kristal dan magma tersebut pada saat kristal terbentuk. Kondisi ini terjadi dalam semua kasus kecuali pada komposisi eutetik. Kristalisasi mengakibatkan komposisi magma berubah dan jika kristal dipindahkan oleh suatu proses maka akan muncul komposisi magma baru yang berbeda dengan magma induk. Mineral yang dihasilkan

merupakan mineral baru atau mineral solid solution yang telah mengalami perubahan. Fraksinasi kristal juga dapat menghasilkan komposisi larutan yang berbeda dari kristalisasi normal yang dilakukan oleh magma induk.

Untuk menghasilkan fraksinasi kristal dibutuhkan suatu mekanisme alami. Yang dapat memisahkan Kristal dari magma atau memisahkan kristal tersebut sehingga tidak lagi bereaksi dengan magma. Mekanisme yang terjadi secara alami antara lain:

- **Crystal Settling**. Umumnya kristal yang terbentuk dari suatu magma akan mempunyai densitas yang berbeda dengan larutannya, antara lain:
    1. *Gravity settling* : Kristal-kristal yang mempunyai densitas lebih besar dari larutan akan tenggelam dan membentuk lapisan pada bagian bawah tubuh magma (tekstur kumulat atau tekstur berlapis pada batuan beku).
    2. *Crystal floating* : Kristal-kristal yang mempunyai densitas lebih rendah dari larutan akan mengambang dan membentuk lapisan pada bagian atas tubuh magma. Kristal-kristal tersebut kaya akan unsur silik.

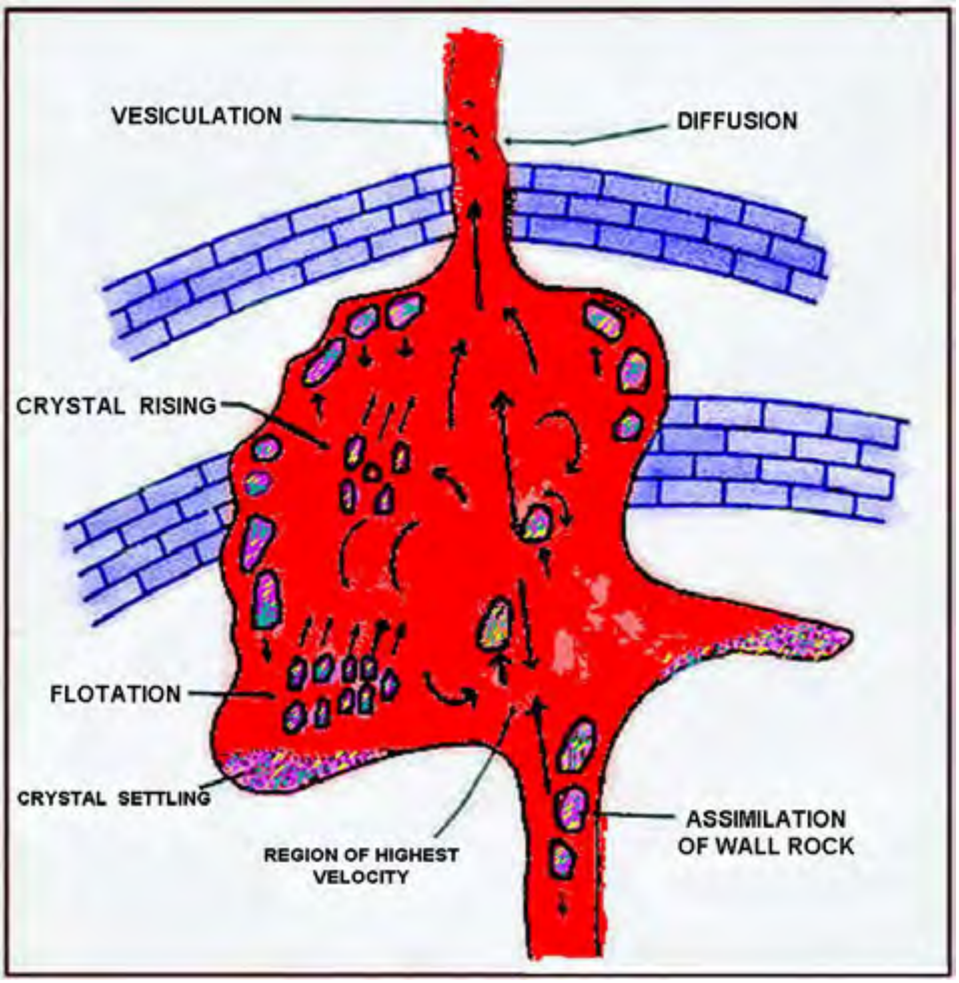
- **Filter Pressing**, yaitu suatu mekanisme yang digunakan untuk memisahkan larutan dari larutan kristal. Dalam filter settling kristal dengan konsentrasi cairan yang tinggi, cairannya akan dipaksa keluar dari ruang antar kristal, hal ini dapat dicontohkan ketika kita sedang meremas spons yang berisi air. Mekanisme ini sulit untuk diketahui karena:
    1. Tidak seperti spons , matriks Kristal getas dan tidak dapat mengubah bentuk dengan mudah untuk menekan cairan keluar.
    2. Dibutuhkan retakan pada Kristal untuk memindahkan cairan. Filter settling adalah suatu metode umum yang digunakan dalam memnisahkan Kristal dari larutan pada proses-proses industri tetapi belum ditemukannya yang terjadi secara alami.

2. Liquid immiscibility

Proses ini disebabkan oleh perpindahan atau menghilangnya kandungan gas, sehingga terjadi pemisahan fraksi-fraksi hablur atau mineral berdasarkan komposisinya masing-masing. Pelepasan kandungan gas menjadi semakin meningkat dekat makin dekatnya magma tersebut ke permukaan.

Berdasarkan proses diferensiasi magma itulah, magma induk yang sama dapat menghasilkan beberapa jenis batuan yang berbeda. Misalnya saja magma induk berupa magma basa, jika mengalami diferensiasi magma, maka akan terbentuk tiga jenis batuan beku berupa batuan beku basa, batuan beku intermediet, dan batuan beku asam.

Selengkapnya proses Differnsiasi Magma dapat diterangkan sebagai berikut :



Gambar 1.7. Skematik proses differensiasi magma pada fase magmatik cair

Proses-proses differensiasi magma (keterangan untuk Gambar 7) meliputi :

1. *Vesiculation*. Magma yang mengandung unsur-unsur volatile seperti air (H_2O), Karbon dioksida (CO_2), Sulfur dioksida (SO_2), Sulfur (S) dan Klorin (Cl). Pada saat magma naik kepermukaan bumi, unsur-unsur ini membentuk gelombang gas, seperti buih pada air soda. Gelombang (buih) cenderung naik dan membawa serta unsur-unsur yang lebih volatile seperti Sodium dan Potasium.

2. *Diffusion*. Pada proses ini terjadi pertukaran material dari magma dengan material dari batuan yang mengelilingi reservoir magma, dengan proses yang sangat lambat. Proses diffusi tidak seselektif proses-proses mekanisme differensiasi magma yang lain. Walaupun demikian, proses diffusi dapat menjadi sama efektifnya, jika magma diaduk oleh suatu pencaran (convection) dan disirkulasi dekat dinding dimana magma dapat kehilangan beberapa unsurnya dan mendapatkan unsur yang lain dari dinding reservoar.

3. *Flotation*. Kristal-kristal ringan yang mengandung Sodium dan Potasium cenderung untuk memperkaya magma yang terletak pada bagian atas reservoar dengan unsur-unsur Sodium dan Potasium.

4. *Crystal Setling.* Umumnya Kristal yang terbentuk dari suatu magma akan mempunyai densitas yang berbeda dengan larutannya, antara lain :
   a. *Gravity settling* : Kristal-kristal yang mempunyai densitas lebaih besar dari larutan akan tenggelam dan membentuk lapisan pada bagian bawah tubuh magma (textur kumulat atau tekstur berlapis pada batuan beku).

      Gravitational Settling, Mineral-mineral berat yang mengandung Kalsium, Magnesium dan Besi, cenderung memperkaya resevoir magma yang terletak disebelah bawah reservoir dengan unsur-unsur tersebut. Proses ini mungkin menghasilkan kristal bijih dalam bentuk perlapisan. Lapisan paling bawah diperkaya dengan mineral-mineral yang lebih berat seperti mineral-mineral silikat dan lapisan diatasnya diperkaya dengan mineral-mineral silikat yang lebih ringan.
   b. *Crystal floating* : Kristal-kristal yang mempunyai densitas lebih rendah dari larutan akan mengambang dan membentuk lapisan pada bagian atas tubuh magma, Kristal-kristal tersebut kaya akan unsur silika.

5. *Assimilation of Wall Rock*. Selama emplacement magma, batu yang jatuh dari dinding reservoir akan bergabung dengan magma. Batuan ini bereaksi dengan magma atau secara sempurna terlarut dalam magma, sehingga merubah komposisi magma. Jika batuan dinding kaya akan Sodium, Potasium dan Silikon, magma akan berubah menjadu komposisi granitik. Jika batuan dinding kaya akan Kalsium, Magnesium dan Besi, magma akan berubah menjadi berkomposisi Gabroik.

6. *Thick Horizontal Sill*. Secara umum bentuk ini memperlihatkan proses differensiasi magmatik asli yang membeku karena kontak dengan dinding reservoir. Jika bagian sebelah dalam memebeku, terjadi Crystal Settling dan menghasilkan lapisan, dimana mineral silikat yang lebih berat terletak pada lapisan dasar dan mineral silikat yang lebih ringan.

7. *Fraksinasi.* Proses pemisahan Kristal-kristal dari larutan magma, karena proses kristalisasi berjalan tidak seimbang atau Kristal-kristal mengubah perkembang. Komposisi larutan magma yang baru ini terjadi terutama karena adanya perubahan temperatur dan tekanan yang menyolok dan tiba-tiba.

8. *Liquid Immisbility.* Ialah larutan magma yang mempunyai suhu rendah akan pecah menjadi larutan yang masing-masing akan membelah membentuk bahan yang heterogen.

   Liquid immiscibility merupakan percampuran larutan magma yang tidak dapat menyatu, seperti halnya yang terjadi pada saat kita mencampurkan minyak dan air.

Dua point penting dari hal ini :

1. **larutan dalam kondisi padatan yang sama tetapi tidak dapat bercampur satu sama lain.**
2. **komposisi larutan tersebut harus dalam temperatur yang sama**

Dalam magma tersebut terdapat beberapa bahan yang larut, bersifat volatile (air, CO_2, chlorine, fluorine, iron, sulphur, dan lain-lain) dan bahan non-volatile (non-gas) yang merupakan pembentuk mineral yang lazim dijumpai dalam batuan beku.

Bahan volatile dalam magma merupakan penyebab mobilitas magma, karena bersifat mobil maka magma dapat bergerak naik dari dalam bumi sampai kepermukaan bumi. Pergerakan magma yang naik ini akan melalui bidang bidang lemah yang ada didalam bumi, selanjutnya pergerakan magma didalam bumi ini atau yang kita kenal dengan **Intrusi**.

6. INTRUSI MAGMA

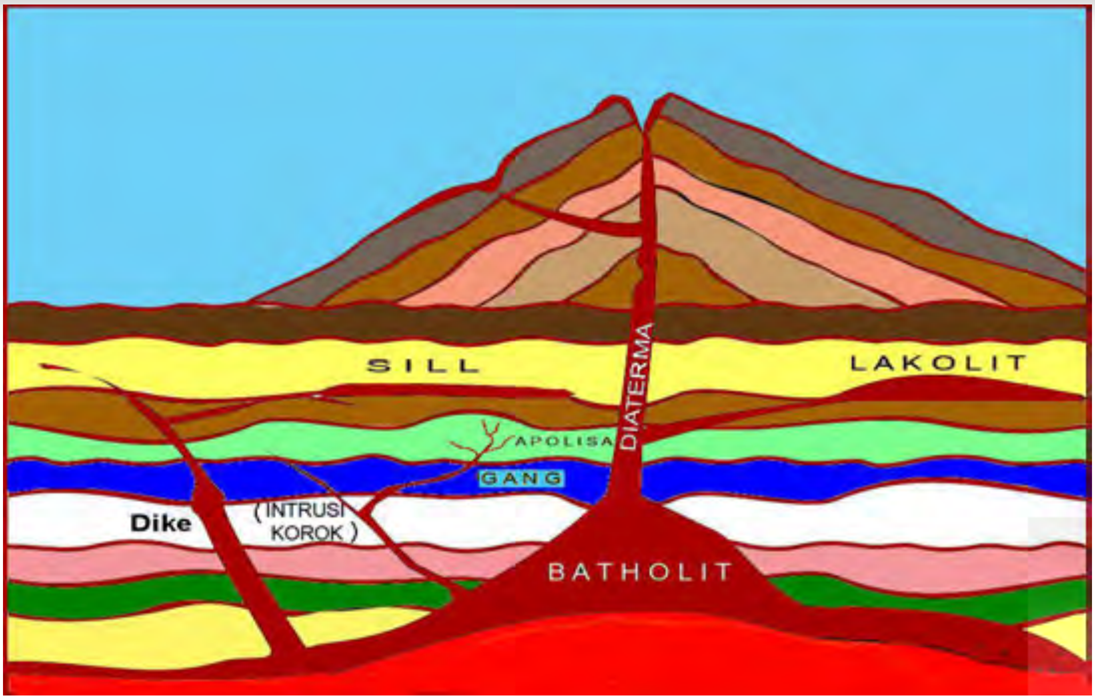
Telah kita ketahui bersama bahwa magma terbentuk di litosfer yang berasal dari pergesekan antara 2 lempeng dalam zona subduksi. Pergesekan antara 2 lempeng menimbulkan panas dan mampu melelehkan batuan yang kemudian lelehan batuan tersebut menjadi dapur magma. Magma dengan temperatur yang tinggi dan tekanan tinggi pula akan selalu menuju ke tekanan yang lebih rendah yaitu di permukaan bumi. Maka dari itu usaha magma untuk keluar atau menuju ke tekanan yang lebih rendah dikenal dengan ekstrusi dan intrusi.

Intrusi adalah proses terobosan magma ke dalam lapisan kulit bumi (litosfer) tetapi tidak sampai keluar dari permukaan bumi.

Ekstrusi adalah proses keluarnya magma dari dapur magma hingga ke permukaan bumi.

Intrusi magma juga menyebabkan berbagai bentuk penampang Gunung api.

Menurut jenisnya intrusi terbagi menjadi beberapa macam intrusi yang terjadi di bawah permukaan bumi. Macam-macam intrusi tampak seperti pada gambar, yang diantaranya :



Gambar 1.8. Bentuk bentuk Intrusi

Bentuk bentuk Intrusi magma

Batolit

Batolit adalah batuan beku yang terbentuk di dalam dapur magma, sebagai akibat penurunan suhu yang sangat lambat. Atau dengan kata lain, batolit adalah intrusi magma yang berada dekat dengan dapur magma.

Lakolit

Lakolit adalah magma yang menyusup di antara lapisan batuan yang menyebabkan lapisan batuan di atasnya terangkat sehingga menyerupai lensa cembung, sementara permukaan atasnya tetap rata.

Sill

Sill adalah magma yang tipis menyusup di antara lapisan batuan. Kedudukan nya sejajar dengan perlapisan batuan.

Diaterma

Diatrema adalah magma yang mengisi pipa letusan, berbentuk silinder, mulai dari dapur magma sampai ke permukaan bumi.

Dike atau Intrusi korok

Intrusi korok atau gang atau Dike adalah intrusi magma memotong lapisan-lapisan litosfer dengan bentuk pipih atau lempeng. Dan perbedaan antara intrusi korok dengan sill adalah apabila sill sejajar diantara 2 lapisan batuan. Sedangkan apabila intrusi korok adalah intrusi magma yang berbentuk pipih yang posisinya memotong vertikal antar lapisan batuan.

Apolisa

Apolisa adalah semacam cabang dari intrusi gang namun lebih kecil atau percabangan magma yang ukurannya kecil atau sering disebut juga urat-urat magma.



Gambar1.9. Kontak Intrusi di alam (perhatikan batuan berwarna putih kontak dengan batuan berwarna hitam.



Gambar 1.10. Kontak Intrusi di alam (perhatikan batuan berwarna putih kontak dengan batuan berwarna hitam.



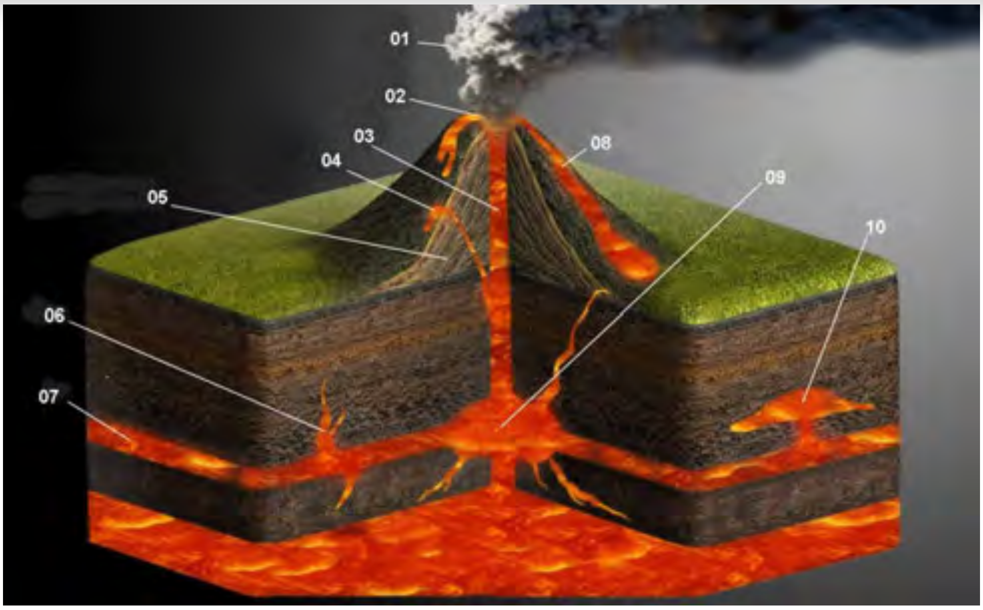
Gambar 1.11. Kenampakkan Dike di alam. (perhatikan intrusinya memotong bidang lapisan)



Gambar 1.12. Kenampakkan Sill di alam. (perhatikan intrusinya sejajar bidang lapisan)

Evaluasi :

1. Darimanakah sumber panas dari magma, berilah penjelasannya !
2. Sebutkan komposisi dari magma !
3. Jelaskan pemahaman kalian mengenai differensiasi magma !
4. Sebutkan proses proses yang menyebabkan terjadinya differensiasi magma !
5. Amatilah proses yang terjadi saat magma menjadi bermacam macam mineral pembentuk batuan . Kemudian jelaskan dengan bahasamu sendiri !
6. Jelaskan mengapa magma dapat bergerak naik sampai keluar permukaan bumi ?
7. Jelaskan perbedaan Dike dengan Sill !
8. Jelaskan perbedaan Batholit dengan Lacolith !
9. Sebutkan 4 nama gunung didaerah kalian yang magmanya masih aktif !
10. Dari gambar dibawah ini , berilah nama bentuk hasil dari kegiatan magma yang terjadi sesuai nomer urutnya !



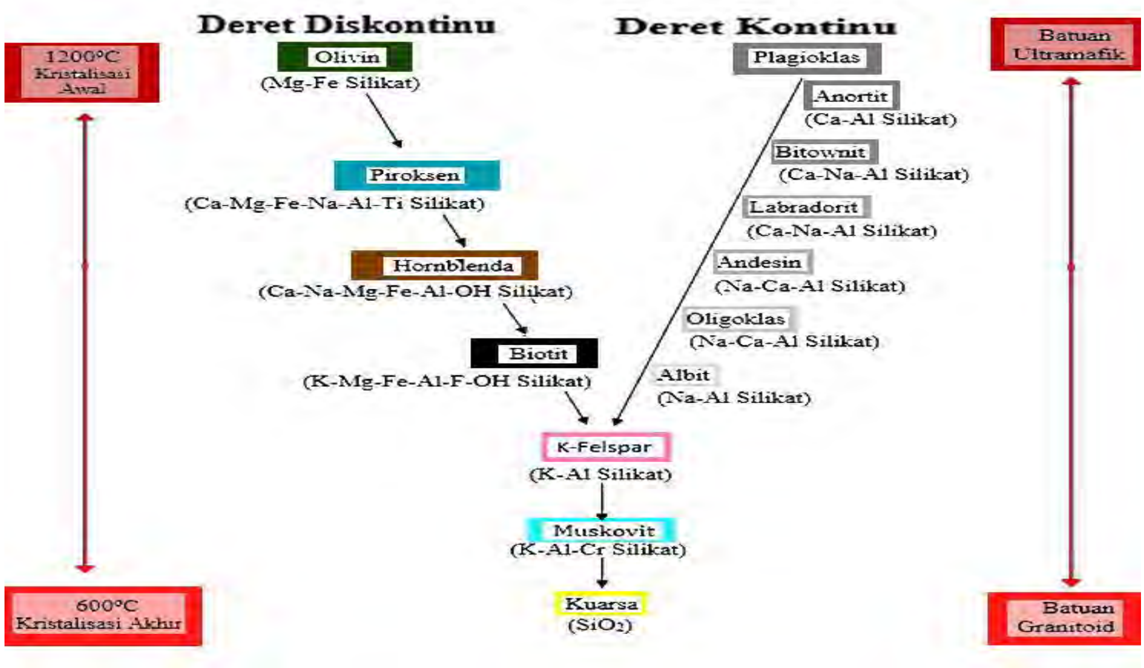
01. ....
02. ....
03. ....
04. ....
05. ....
06. ....
07. ....
08. ....
09. ....
10. ....

7. Pembentukan Mineral Dalam Magma

Dalam proses pendinginan magma dimana magma itu tidak langsung semuanya membeku, tetapi mengalami penurunan temperatur secara perlahan bahkan mungkin cepat. Penurunan temperatur ini disertai mulainya pembentukan dan pengendapan mineral-mineral tertentu yang sesuai dengan temperaturnya.

Pembentukan mineral dalam magma karena penurunan temperatur telah disusun oleh seorang ahli bernama Bowen , yang berdasar penyelidikannya beliau membuat suatu Deret Reaksi suatu magma menjadi mineral berdasarkan penurunan temperature magmanya.

Deret Reaksi terbentuknya mineral ini dinamai “ **Deret Reaksi Bowen** “



Gambar 1.14. Deret Reaksi Bowen

Deret sebelah kiri mewakili mineral-mineral mafik, dimana reaksi terbentuknya mineral adalah tidak menerus (diskontinyu) yang pertama kali terbentuk dalam temperatur sangat tinggi yaitu 1200º C adalah Olivin. Akan tetapi jika magma tersebut jenuh oleh SiO_2 maka Piroksenlah yang terbentuk pertama kali.

Mineral Olivin dan mineral Piroksen merupakan pasangan "*Ingcongruent melting*" dimana setelah pembentukan mineral Olivin akan bereaksi dengan larutan sisa membentuk Piroksen.

Temperatur menurun terus setelah pembentukan mineral Piroksen maka larutan sisa sebagian akan membentuk mineral Hornblenda, dan temperatur akan menurun maka sebagian larutan sisa akan membentuk mineral biotit. Pembentukan mineral berjalan sesuai dengan temperaturnya.

Sementara itu pada Deret sebelah kanan pada awalnya terbentuk Seri Plagioklas , pada awal temperatur yang sangat tinggi 1200ºC akan terbentuk mineral Anortite berikutnya seirama menurunnya temperature maka berturut turut akan terbentuk mineral Bitownit, Labradorit, Andesin , Oligoklas dan Albit .Terbentuknya mineral mineral tersebut adalah secara menerus (kontinyu).

Pada titik temperature terbentuknya mineral Biotit dan mineral Albit maka sisa larutan magma akan membentuk mineral K Feldspar, selanjutnya temperature terus menurun

maka akan terbentuk mineral Muscovit dan ter akhir pada proses kristalisasi ini akan terbentuk mineral Kwarsa pada temperature 600º C.

Urutan kristalisasi mineral tidak selalu menunujukkan *successive crystalitation* (tidak selalu ber urutan) tetapi bisa juga overlapping (bertampalan)

Evaluasi

1. Apa perbedaan proses Kontinyu dan Diskontinyu dalam proses pembentukan mineral ?
2. Jelaskan mengenai “Deret Reaksi Bowens” dengan bahasamu sendiri !

C. Mineral Pembentuk Batuan

Apakah mineral pembentuk batuan di alam ini hanya seperti yang ada di dalam deret Bowen?

Mineral pembentuk batuan di alam ini ada puluhan jenis dan ribuan nama mineralnya, tetapi secara garis besar mineral mineral tersebut dapat digolongkan menjadi mineral utama, mineral sekunder dan mineral tambahan.

1. Golongan Mineral Utama

Mineral utama adalah mineral yang terbentuk langsung dari kristalisasi magma dan kehadirannya sangat menentukan dalam penamaan batuan. Mineral utama ada yang berwarna terang (felsic) dan ada yang berwarna gelap (mafic), sehingga mineral utama ini dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu kelompok mineral Felsic dan kelompok Mafic.

1. Kelompok Mineral Felsic

Mineral Felsic (mineral berwarna terang dengan densitas rata-rata 2,5-2,7), yaitu:

- Mineral kwarsa ($Si\ O_2$)
- Kelompok mineral feldspar,

Kelompok mineral feldspar terdiri dari dua seri yaitu seri feldspar alkali dan seri plagioklas

Seri feldsfar alkali (K,Na)AlSiaOa, (terdiri dari mineral sanidin, mineral orthoklas, mineral anorthoklas, mineral adularia, dan mineral mikroklin)

Seri plagioklas terdiri dari mineral albit, mineral oligoklas, mineral andesin, mineral labradorit, mineral bitownit, dan mineral anortit.

- Kelompok mineral feldspatoid (Na, K Alumina silikat), terdiri dari mineral nefelin, mineral sodalit, mineral leusit.

2. Kelompok Mineral Mafic

Mineral mafic (mineral-mineral feromagnesia dengan warna gelap dengan densitas rata-rata 3,0-3,6) yaitu :

- Kelompok mineral Olivin : terdiri dari mineral Fayalith, dan mineral Forsterite
- Kelompok mineral Piroksen : terdiri dari mineral Enstantite, mineral Hipersten, mineral Augit, mineral Pegionit, dan mineral Diopsite.
- Kelompok mineral Mika : terdiri dari mineral Biotit, mineral Muskovit, mineral phlogopit
- Kelompok mineral Amphibol : terdiri dari mineral Cumingtonit, mineral Hornblende, mineral Rieberkit, mineral Tremolit, mineral Aktinolit, mineral Glaukopan dsb.

2. Golongan Mineral Sekunder

Kelompok mineral sekunder merupakan mineral ubahan dari mineral utama, ubahan ini akibat dari hasil pelapukan, reaksi hidrotermal maupun akibat proses metamorfosa yang melibatkan bertambahnya tekanan dan temperatur terhadap mineral utama sehingga mineral utama berubah menjadi mineral baru.

Mineral Sekunder tersebut terdiri dari :

- Kelompok mineral Kalsit (mineral kalsit, mineral dolomit, mineral magnesit, mineral siderite, mineral Aragonite), dapat terbentuk dari hasil ubahan mineral plagioklas.
- Kelompok mineral Serpentin (mineral antigorit, mineral krisotil) umumnya terbentuk dari ubahan mineral mafic (terutama kelompok mineral olivin, dan kelompok mineral piroksen)
- Kelompok mineral Klorit, (mineral proklor, mineral penin, mineral talk) umumnya terbentuk dari hasil ubahan mineral kelompok mineral piroksin, mineral amphibol)
- Kelompok mineral Sericite, (mineral ilite, tilite)sebagai ubahan mineral plagioklas
- Kelompok mineral Kaolin , (mineral kaolin, mineral holosyte) umumnya ditemukan sebagai hasil pelapukan batuan beku.

3. Golongan Mineral Tambahan

Golongan mineral tambahan ialah mineral-mineral yang terbentuk dari kristalisasi magma, umumnya di alam hanya dijumpai dalam jumlah sedikit .

Misalkan kehadirannya cukup banyak dalam suatu batuan maka mineral tambahan ini tidak mempengaruhi penamaan batuan.

Termasuk golongan mineral tambahan ini adalah : mineral Hematit, mineral kromit, mineral sphene, mineral Zircon, mineral pyrite.



Gambar 1.15. Skema penggolongan mineral.

Evaluasi :

1. Jelaskan proses terbentuknya mineral utama, mineral sekunder dan mineral tambahan sejauh yang kalian ketahui !
2. Sebutkan masing-masing 5 mineral yang termasuk golongan mineral utama dan 5 mineral yang termasuk golongan mineral sekunder !

1.16. Gambar golongan mineral utama kelompok mineral Felsic

Gambar mineral Kuarsa dengan berbagai variasinya



Gambar mineral dari kelompok mineral Feldspar







1.Sanidin 2. Berbagai variasi dari mineral orthoklas 3. Mikroklin

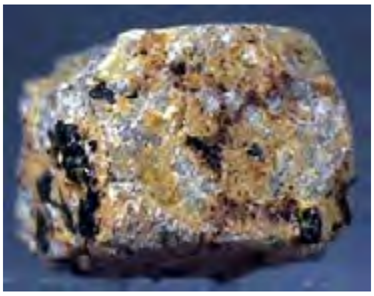
Gambar mineral dari mineral Seri Plagioklas





1. Albit 2. Oligoklas 3. Andesine





4. Labradorite 5. Bytownite 6. Anorthite

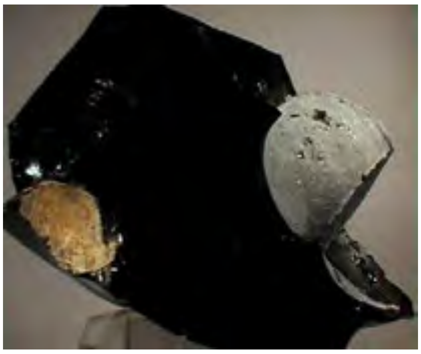
Kelompok mineral Feldspatoid

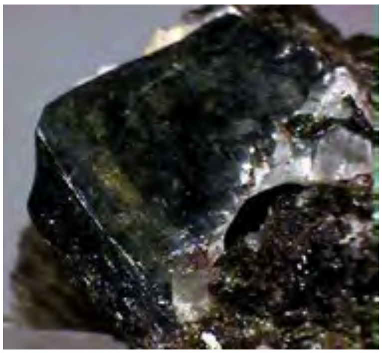
  

1. Nefeline 2. Sodalite 3. Leucite

1.17. Gambar gambar golongan mineral utama kelompok mineral Mafic

Gambar mineral kelompok mineral Olivin



1. Olivine 2. Fayalite 3. Forsterite

Gambar mineral kelompok mineral Piroksin





1. Enstatite 2. Hypersthene 3. Augite




4. Pyroxin 5. Diopside

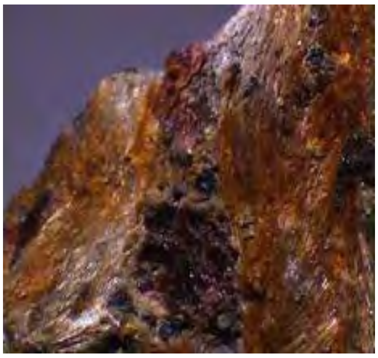
Gambar mineral kelompok mineral mika





1. Biotite 2. Muscovite 3. Phlogopite

Gambar mineral kelompok mineral Amphibole



1. Cummingtonite



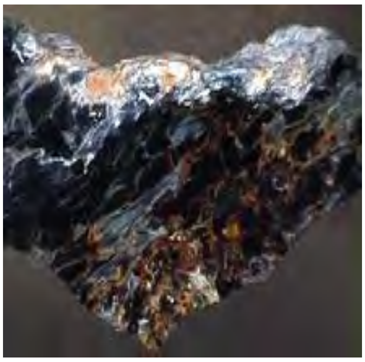
2. Hornblenda



3. Tremolite



4. Actinolite



5. Riebeckite



6. Glaucophane

1.18. Gambar-gambar Golongan Mineral Sekunder

Gambar mineral kelompok mineral Kalsit



1. Dolomite



2. Kalsit dengan beberapa variasinya

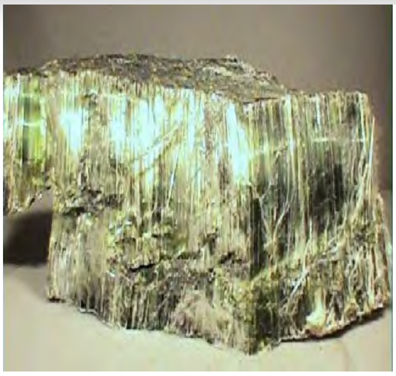
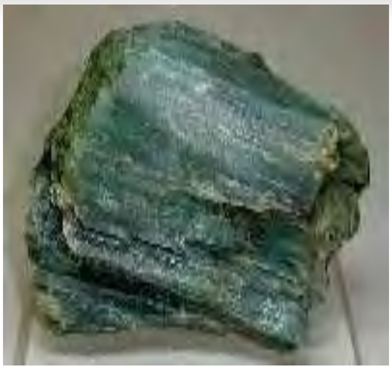






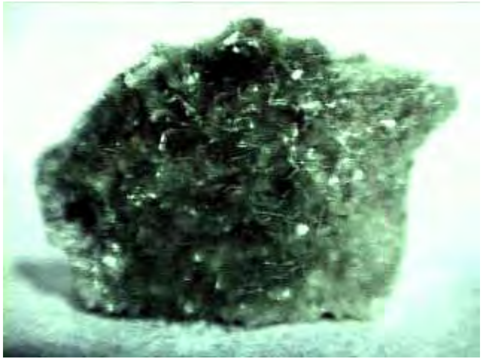
3. Magnesite 4. Siderite 5.Aragonite

Gambar mineral kelompok mineral Serpentin


1. Serpentin 2. Antigorite
3.Chrysotile

Gambar mineral kelompok mineral Klorit




1. Chlorite 2. Talk

Gambar mineral kelompok mineral Kaolin

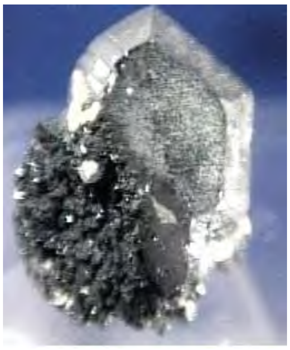
1. Kaoline

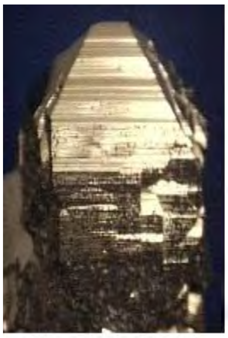


2. Halloysite



1.19. Gambar-gambar golongan mineral Tambahan



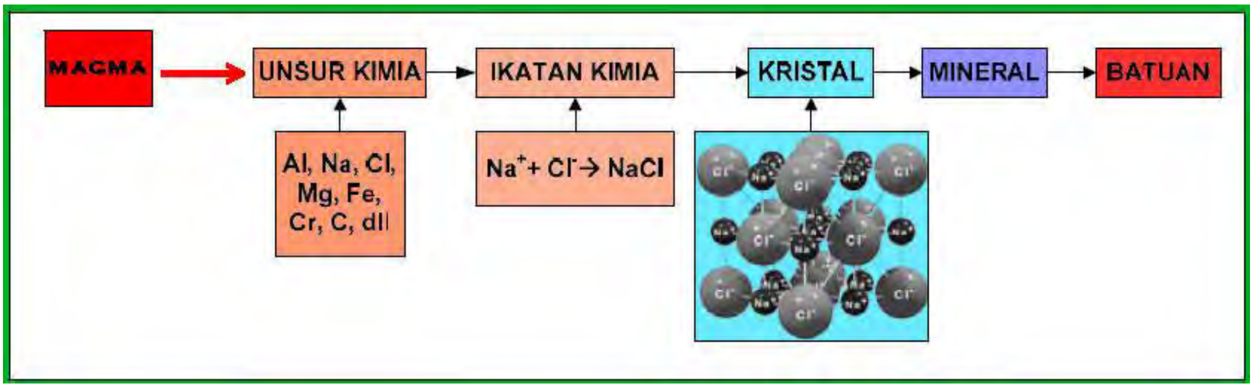
1. Hematite 2. Chromite 3. Sphene 4. Zircon 5. Pyrite

Evaluasi :

1. Apakah perbedaan antara mineral utama dengan mineral sekunder ?
2. Apa perbedaan antara mineral Biotit, Hornblende, Piroksin dan Kwarsa ?
3. Setelah kalian memahami dan mengamati magma dan jenis jenis penggolongan mineral sebagai pembentuk batuan beku, maka timbul pertanyaan bagaimana dari magma kemudian menjadi mineral mineral itu sampai akhirnya dapat terbentuk batuan beku ?

D. BATUAN BEKU

1. Konsep Batuan Beku



Gambar 1..20. Dari unsur kimia yang terkandung dalam magma saling mengikat membentuk kristal sehingga terbentuk mineral, kumpulan mineral tertentu membentuk batuan beku tertentu.

Batuan beku / Igneous rock merupakan batuan yang berasal dari hasil proses pembekuan magma dan merupakan kumpulan interlocking Agregat mineral mineral silikat hasil pendinginan magma, terjadinya batuan beku dapat didalam bumi yaitu batuan beku plutonik atau batuan beku intrusive maupun dapat terjadi dekat permukaan atau dipermukaan bumi yaitu batuan beku vulkanik , atau batuan beku ekstrusif.

Igneous berasal dari kata ignis yang berarti api atau pijar,karena magma merupakan material silikat yang panas dan pijar yang terdapat di dalam bumi.

Magma merupakan material silikat yang sangat panas yang terdapat di dalam bumi dengan temperatur berkisar antara 600˚C sampai 1500˚C. Magma disusun oleh bahan yang berupa gas (volatil) seperti H2O dan CO2, dan bukan gas yang umumnya terdiri dari Si, O , Fe , Al , Ca , K , Mg, Na , dan minor element seperti V, Sr, Rb, dll.

Magma terdapat dalam rongga di dalam bumi yang disebut dapur magma (*magmachamber*). Karena magma relatif lebih ringan dari batuan yang ada disekitarnya dan komposisi magma yang mengandung gas, maka magma akan bergerak naik ke atas.

Gerakan dari magma ke atas ini kadang-kadang di sertai oleh tekanan yang besar dari magma itu sendiri atau dari tekanan disekitar dapur magma , yang menyebabkan terjadinya erupsi gunung api.

Erupsi gunung api ini kadang-kadang hanya menghasilkan lelehan lava atau disertai dengan letusan yang hebat (eksplosif).

Lava merupakan magma yang telah mencapai permukaan bumi, dan mempunyai komposisi yang sama dengan magma, hanya kandungan gasnya relatif lebih kecil dibandingkan magma.

Lava yang membeku akan menghasilkan batuan beku luar (ekstrusif) atau batuan volkanik.

Magma yang tidak berhasil mencapai permukaan bumi dan membeku di dalam bumi akan membentuk batuan beku dalam (intrusif) atau batuan beku plutonik.

Proses Kristalisasi Magma

Karena magama merupakan cairan yang panas, maka ion-ion yang menyusun magma akan bergerak bebas tak beraturan.sebaliknya pada saat magma mengalami pendinginan, pergerakan ion-ion yang tidak beraturan ini akan menurun dan ion-ion akan mulai mengatur dirinya menyusun bentuk yang teratur.proses ini di sebut kristalisasi.

Pada proses kristalisasi yang merupakan kebalikan dari proses pencairan, ion-ion akan saling mengikat satu dengan yang lainnya dan melepaskan kebebasan untuk bergerak. Ion-ion tersebut akan membentuk ikatan kimia dan membentuk kristal yang teratur. Pada umumnya material yang menyusun magma tidak membeku pada waktu yang bersamaan. Kecepatan pendinginan magma akan sangat berpengaruh terhadap proses kristalisasi, terutama pada ukuraan kristal apabila pendinginan magma berlangsung dengan lambat, ion-ion mempunyai kesempatan untuk mengembangkan dirinya, sehingga akan menghasilkan bentuk kristal yang besar. Sebaliknya pada pendingan yang cepat , ion-ion tersebut tidak mempunyai kesempatan untuk mengembangkan dirinya sehingga akan membentuk kristal yang kecil. Apabila pendinginan berlangsung sangat cepat maka tidak ada kesempatan bagi ion untuk menbentuk kristal, sehingga hasil pembekuan nya akan menghasilkan atom yang tidak beraturan (hablur), yang dinamakan dengan mineral glass.

Pada saat magma mengalami pendinginan, atom-atom oksigen dan silikon akan saling mengikat pertama kali untuk membentuk tetrahedra oksigen-silikon. Kemudian tertrahedra-tetrahedra oksigen silikon tersebut akan saling bergabung dan dengan ion-ion lainnya akan membentuk inti kristal dari bermacam mineral silikat.

Tiap inti kristal akan tumbuh dan membentuk jaringan kristalin yang tidak berubah. Mineral yang menyusun magma tidak terbentuk pada waktu yang bersamaan atau pada kondisi yang sama. Mineral tertentu akan mengkristal pada temperatur yang lebih tingi dari mineral lainya, sehingga kadang-kadang magma mengandung kristal-kristal padat yang dikelilingi oleh material yang masih cair.

Komposisi dari magma dan jumlah kandungan bahan volatil juga mempengaruhi proses kristalisasi. Karena magma dibedakan dari faktor-faktor tersebut, maka kenampakan fisik dan komposisi mineral batuan beku sangat bervariasi. Dari hal tersebut, maka penggolongan batuan beku dapat didasarkan pada faktor-faktor tersebut diatas. Kondisi lingkungan pada saat kristalisasi dapat diperkirakan dari sifat dan susunan dari butiran mineral yang biasa disebut tekstur.

Jadi klasifikasi batuan beku sering didasarkan pada tekstur dan komposisi mineralnya. Tekstur pada batuan beku digunakan untuk menggambarkan kenampakan batuan yang didasarkan pada ukuran (sifat) dan susunan kristal-kristal penyusun batuan beku.

Tekstur merupakan ciri yang sangat penting, karena tekstur dapat menggambarkan kondisi proses pembentukan batuan beku. kenampakan ini memungkin ahli geologi untuk mengetahui kejadian batuan beku di lapangan.

Tekstur terpenting yang mempengaruhi tekstur batuan beku adalah tingkat kecepatan pembekuan magma. Pembekuan magma yang lambat akan menghasilkan butir-butir kristal yang besar.proses ini terjadi pada magma yang terdapat jauh di bawah permukaan bumi atau material yang di semburkan oleh gunung api pada saat erupsinya, akan mengalami pembekuan yang sangat cepat.

Batuan beku yang terbentuk pada atau dekat dengan permukaan bumi akan menunjukkan tekstur yang berbutir halus yang disebut afanitik. butiran mineral pada batuan beku afanitik sangat kecil, sehingga sangat sulit dibedakan jenis mineralnya dengan mata biasa.

Meskipun jenis mineralnya sulit di tentukan karena ukurannya yang sangat halus,tetapi batuan ini dapat dicirikan oleh warnanya yang sangat terang, menengah atau gelap. batuan beku afanitik yang berwarna terang terutama di susun oleh mineral nonferromagnesian silicate. sedang batuan beku afanitik yang berwarna gelap di susun oleh mineral-mineral feromagnesian silikat.

Kenampakan yang umum pada batuan beku afanitik adalah adanya lubang-lubang bekas keluarnya gas yang bentuknya membundar atau memanjang yang di sebut vesikuler, dan umumnya terdapat pada bagian luar dari aliran lava. Batuan beku yang terbentuk jauh di bawah permukaan akan menghasilkan tekstur butiran yang

kasar,yang disebut faneritik. Tekstur faneritik ini menunjukan butiran yang kasar dan relatif sama besar, serta mineral-mineralnya dapat dibedakan dengan mata biasa tanpa bantuan alat pembesar.

Batuan beku feneritik ini karena terbentuk jauh di bawah permukaan, maka batuan ini akan muncul kepermukaan setelah batuan yang menutupinya mengalami proses erosi. Massa magma yang besar yang terletak jauh di kedalaman bumi, membutuhkan waktu yang cukup lama untuk proses pembekuannya, puluhan ribu tahun atau bahkan jutaan tahun. karena semua mineral dalam magma tidak mengkristal pada waktu yang bersamaan, maka akan memungkinkan untuk beberapa mineral membentuk kristal-kristal yang cukup besar.

Jika magma yang mengandung beberapa Kristal besar mengalami perubahan kondisi lingkungannya, maka sisa dari magma akan mengalami pembekuan yang sangat cepat sehingga menghasilkan butiran kristal yang halus. Batuan yang di hasilkan akan menunjukkan kristal-kristal kasar dikelilingi atau tertanam pada matrik dari kristal-kristal yang berbutir halus. kristal-kristal yang besar disebut fenokris, sedang matrik kristal-kristal yang kecil disebut masa dasar.

Batuan beku yang mempunyai tekstur semacam itu disebut batuan beku porfir (porphyry). Pada beberapa aktifitas gunung api, magma yang setengah padat akan di lemparkan ke atmosphera dan akan mengalami pembekuan yang sangat cepat. pembekuan yang sangat cepat ini akan menghasilkan tekstur gelas (glass).

Contoh batuan yang mempunyai tekstur semacam ini adalah batu obsidian.

Meskipun kecepatan pembekuan magma merupakan faktor yang utama pembentuk tekstur batuan beku, faktor lain yang juga penting pengaruhnya terhadap pembekuan adalah komposisi magma.

Magma basaltik yang bersifat encer, umumnya akan membentuk batuan kristalin apabila mengalami pembekuan yang cepat pada aliran tipis lava. pada kondisi yang sama, magma granitik, yang umumnya lebih kental,akan lebih memungkinkan untuk membentuk batuan dengan tekstur gelas.akibatnya batuan lelehan lava yang banyak disusun oleh gelas volkanik mempunyai komposisi granitk. Sebaliknya lelehan lava basaltik yang mengalir di laut, bagian permukaannya akan mengalami pembekuan yang sangat cepat sehingga menghasilkan lapisan tipis mineral gelas.

Beberapa batuan beku dibentuk dari konsolidasi fragmen batuan yang berasal dari erupsi gunung api. Material yang di keluarkan biasanya berupa debu volkanik yang sangat halus,

Lapili atau bongkah besar yang berbentuk menyudut yang memungkinkan berasal dari batuan dinding sekitar kawah yang di lemparkan pada saat erupsinya. batuan beku yang disusun oleh fragmen batuan semacam ini disebut bertekstur piroklastik.

Kenampakan yang umum dari batuan piroklastik adalah di susun oleh glassshard. batuan piroklastik lainya disusun oleh fragmen-fragmen batuan yang tersemen bersama-sama beberapa waktu kemudian. Karena batuan piroklastik ini di bentuk dari individual fragmen,maka teksturnya kadang-kadang sama dengan tekstur batuan sedimen dari pada tekstur batuan beku.

Komposisi mineral-mineral yang membentuk batuan beku di determinasi oleh komposisi kimia magma darimana mineral-mineral tersebut mengkristal. Seperti halnya batuan beku yang telah di ketahui mempunyai variasi yang sangat besar, maka dapat pula di asumsikan bahwa macam magmapun mempunyai variasi yang besar pula.

Para ahli geologi telah mendapatkan bahwa satu gunung api mempunyai tingkat erupsi yang bervariasi kadang-kadang mengeluarkan lava yang mempunyai mineral yang berbeda, terutama pada gunung api yang mempunyai periode letusan cukup lama. Dari hal tersebut dapat dikatakan bahwa magma yang sama kemungkinan dapat menghasilkan kandungan mineral yang bervariasi.

Bowen merupakan seorang ahli yang pertama kali melakukan penyelidikan terhadap proses kristalisasi magma pada awal abad ke 20 ini.

Hasil penyelidikan Bowen dilaboratorium menunjukkan bahwa mineral tertentu akan mengkristal pertama kali.dengan penurunan temperatur, mineral lain akan mulai mengkristal.sejalan dengan proses pengkristalan dari magma, komposisi dari magma yang tersisa selalu mengalami perubahanjuga. sebagai contoh, pada saat magma telah mengalami pembekuan kira-kira 50%, magma yang tersisa akan mengalami penurunan kandungan unsur-unsur besi, magnesium dan kalsium,karena unsur-unsur ini di jumpai pada mineral-mineral yang terbentuk pertamakali.tetapi pada saat yang bersamaan,komposisi magma lebih di perkaya oleh kandungan unsur-unsur yang banyak terkandung dalam mineral-mineral yang terbentuk kemudian,seperti unsur-unsur sodium dan potasium.demikian juga kandungan silikon dalam larutan magma semakin bertambah pada proses kristalisasi berikutnya.

Bowen juga menunjukkan bahwa mineral-mineral yang telah mengkristal dan masih terdapat dalam lingkungan magma yang masih cair akan bereaksi dengan sisa cairan magma dan menghasilkan mineral berikutnya. Oleh sebab itu susunan atau urutan proses kristalisasi mineral dikenal dengan nama *Bowen's Reaction Series*.

Pada bagian kiri dari susunan ini olivine yang merupakan mineral pertama yang terbentuk, akan bereaksi dengan cairan magma dan membentuk piroksin. Reaksi ini akan terus berlangsung sampai mineral yang terakhir dalam seri ini yaitu biotit, terbentuk.

Susunan sebelah kiri ini disebut sebagai *Discontinoues Reaction Series* , karena tiap mineral yang terbentuk mempunyai strukturKristal yang berbeda.

Olivin disusun oleh tetrahedra tunggal, dan mineral lain pada seri ini disusun oleh rangkaian rantai tunggal, rantai ganda, dan struktur lembaran.

Pada umumnya reaksi yang terjadi tidak sempurna sehingga mineral-mineral yang bervariasi ini akan hadir pada saat yang bersamaan.

Pada susunan bagian kanan reaksi berlangsung terus menerus. Mineral yang pertama kali terbentuk adalah mineral feldspar yang kaya akan kalsium (Ca – feldspar) bereaksi dengan ion-ion sodium (Na) yang semakin meningkat persentasenya di dalam magma.

Kadang kala kecepatan pendinginan berlangsung sangat cepat sehingga menghambat perubahan yang sempurna dari kalsium feldspar menjadi sodium feldspar.

Bila hal ini terjadi zoning pada mineral feldspar dimana kalsium feldspar dibagian intinya dikelilingi oleh sodium feldspar.

Pada proses kristalisasi, setelah magma mengalami pembekuan, sisa magma akan membentuk mineral kuarsa, muskovit dan potas feldspar (ortoklas). Meskipun mineral-mineral yang terakhir disebutkan terdapat dalam urutan Bowen‟s Reaction Series, tetapi bagian ini tidak benar-benar merupakan reaction series.

Bowen menunujukan proses kristalisasi mineral dari magma sistematis, tetapi bagaimana Bowen reaction series dapat menceritakan keanekaragaman dari batuanbeku?

Pada suatu tingkat proses kristaslisasi magma, bagian yang telah mengkristal lebih dulu (padat) akan selalu memisahkan diri dari bagian yang cair. Hal semacam ini, dapat terjadi karena mineral-mineral yang mengkristal lebih dahulu akan lebih berat daripada bagian magma yang masih mencair,sehingga mineral tersebut akan turun ke bawah dant erkonsentrasi pada dapur magma.

Proses pengendapan ini terjadi secara bertahap mulai dari mineral-mineral gelap seperti olivine. Bilamana sisa dari magma kemudian mengkristal baik di tempat tersebut, ataupun di tempatnya yang baru karena mengalami migrasi dari dapur

magma, maka akan terbentuk batuan beku dengan komposisi yang berbeda dengankomposisi magma asal.

Proses segregasi mineral oleh pemisahan dan diferensiasi kristalisai disebut fraction series crtistallization (kristalisasi koraksional). Pada tiap tingkatan dari proses kristalisasi, cairan magma terpisah dari bagian magma yang telah padat.

Akibatnya kristalisasi fraksional akan menghasilkan batuan beku dengan rentang komposisi yang cukup lebar. Bowen berhasil menunjukkan bahwa melalui proses kristalisasi fraksional, satu jenis magma dapat menghasilkan beberapa batuan beku.

Tetapi penelitian yang baru lebih menunjukkan bahwa proses kristalisasi fraksional saja tidak cukup untuk menjelaskan keanekaragaman batuan beku yang diketahui. Meskipun lebih dari 1 macam batuan beku dapat membentuk dari satu jenis magma, tetapi masih ada mekanisme yang lain yang dapat menghasilkan magma dengan komposisi yang masih beragam.

Penamaan Batuan Beku seperti yang telah disebutkan sebelumnya, batuan beku diklasifikasikan atau dikelompokan berdasarkan tekstur dan komposisi mineralnya. Tekstur batuan beku dihasilkan oleh perbedaan proses pembekuannya, sedangkan komposisi mineral batuan beku sangat tergantung pada komposisi kimia magma dan kondisi lingkungan proses kristalisasinya.

Dari hasil penelitian Bowen, mineral yang mengkristal pada kondisi yang sama akan menyusun batuan beku yang sama pula. Sehingga dapat dikatakan bahwa klasifikasi batuan beku sangat bergantung pada Bowen‟s Reaction Series

Mineral-mineral yang pertama mengkristal, Ca feldspar, piroksin, dan olivine,merupakan mineral yang kandungannya Fe, Mg, dan Ca- nya tinggi dan kandungan Si nya rendah. Basalt merupakan batuan beku ektrusif dangan komposisis mineral-mineral tersebut,tetapi istilah basaltic (basalan) digunakan untuk batuan beku dengan tipe seperti Basalt. Mengacu pada kandungan Besinya, batuan beku Basaltik dicirikan oleh warnanya yang gelap dan sedikit lebih berat dibandingkan dengan batuan beku lainnya yang dijumpai di permukaan. Diantara mineral-mineral yang terakhir mengkristal adalah mineral potas feldspar dan kuarsa.

Batuan beku yang mempunyai komposisi mineral didominasi oleh mineral-mineral tersebut disebut dengan tipe granitic.

Batuan beku menengah (intermediate)disusun oleh mineral-mineral yang terdapat di bagian tengah dari Bowen‟s Reaction Series.

Amfibol bersama dengan plagioklas menengah merupakan mineral-mineral utama yangmenyusun batuan beku tipe ini.

Batuan beku yang mempunyai komposisi diantara granit dan basalt disebut sebagai tipe andesitic.

Tabel batuan beku yang dijumpai Granatik Andesitik Basaltik Intrusif Granit Diorit Gabro Ekstrusif Riolit Andesit Basalt Komposisi mineral Kuarsa K-Feldspar Amfibol plagioklas Ca-Feldspar Utama Na-Feldspar Menengah Biotit Piroksin Komposisi Mineral Muskovit Piroksin Olivin Tambahan Biotit Amfibol .

Meskipun tiap kelompok batuan beku disusun oleh mineral utama yang terletak pada daerah tertentu dari Bowen‟s Reaction Series, tetapi terdapat juga mineral tambahan yang jumlahnya tidak begitu banyak. Sebagai contoh, batuan beku granatik terutama tersusun oleh mineral kuarsa dan potas feldspar (K-feldspar), tetapi kadang-kadang juga dijumpai mineral muskovit, biotit ,amfibol dan sodium feldspar (Na-feldspar) dalam jumlah yang sedikit sebagai mineral tambahan.

Selain tiga kelompok batuan beku seperti yang telah diuraikan di atas, terdapat juga batuan beku yang mempunyai komposisi diantara ketiga kelompok batuan beku tersebut.

Sebagai conto, batuan beku intrusive yang disebut granodiorit, disusun oleh mineral-mineralyang menyusun batuan beku granatik dan batuan beku andesitic.

Batuan beku lain yang cukup penting tersebut adalah peridotit, yang komposisi mineral utamanya terdiri dari olivine. Batuan beku ini termasuk batuan beku ultrabasa dan merupakan penyusun utama dari mantel bumi bagian atas. Faktor yang penting pada komposisi mineral batuan beku adalah kandungan silica (SiO_2). Persentase silica dalam batuan beku sangat bervariasi dan sebanding dengan kelimpahan mineral lainnya. Contohnya, batuan yang mengandung silica rendah, kandungan kalsium, besi dan magnesiumnya tinggi. Kandungan silica dalam batuan beku tergantung pada tipe dari batuan bekunya. Batuan beku granitic (asam) mempunyai kandungan silica yang lebih besar dari 66%, batuan beku andesitic(menengah) berkisar antara 55% - 66% batuan beku basaltic (Basa) berkisar antara 45% - 55%, dan batuan beku ultrabasa kurang dari 45%. Kandungan silica dalam magma juga akan mempengaruhi sifat dari magma tersebut. Magma granitic yang kandungan silica nya tinggi bersifat kental (Viscous) dan mempunyai titik beku (lebur) sekitar 800°C. Sedangkan magma basaltic bersifat encer dan titik bekunya (lebur) sekitar 1200°C atau lebih tinggi.

Batuan beku yang mempunyai komposisi mineral yang sama tidak selalu mempunyai nama yang sama. Jadi kenampakan sifat fisik (tekstur) merupakan dasar utama dalam

pemberian nama dari pada komposisi mineral. Granit merupakan batuan intrusive yang bertekstur kasar, sedang batuan beku dengan komposisi mineral yang sama dengan granit tetapi tekstur halus mempunyai nama Riolit.

Evaluasi :

1. Jelaskan faktor faktor yang mempengaruhi proses Kristalisasi !
2. Mengapa batuan beku warnanya tidak selalu sama ? Jelaskan faktor apakah yang menyebabkannya?
3. Mengapa pada batuan plutonik mineral mineral nya ukurannya relative lebih besar dan bentuk mineralnya relatif lebih sempurna (euhedral) dibandingkan dengan mineral mineral yang ada pada batuan vulkanik ?
4. Apa yang kalian ketahui terhadap pengaruh silika didalam magma sebagai pembentuk batuan ? Jelaskanlah !
5. Jelaskan perbedaan magma Granitik dengan magma Gabroik !
6. Apakah suatu batuan yang kandungan mineralnya sama akan mempunyai nama yang sama ? Mengapa begitu ?
7. Apa yang kalian ketahui mengenai tekstur pada batuan beku ?
8. Menurut kalian pada urutan mineral seri reaksi Bowen, mineral manakah yang paling mudah lapuk ? Mineral manakah yang lebih resisten (lebih kuat) terhadap proses proses pelapukan ? Jelaskanlah alasanmu !

2. Penggolongan / Klasifikasi Batuan Beku

Penggolongan batuan beku sudah banyak dilakukan dari dulu hingga sekarang. Berbagai cara telah dilakukan seperti penggabungan jenis-jenis yang sama dalam suatu golongan dan pemisahan dari jenis-jenis yang tidak menunjukan persamaan.

Karena tidak adanya kesepakatan diantara para ahli petrologi dalam mengklasifikasikan batuan beku mengakibatkan sebagian klasifikasi dibuat atas dasar yang berbeda-beda. Perbedaan ini sangat berpengaruh dalam menggunakan klasifikasi pada berbagai lapangan pekerjaan dan menurut penggunaannya masing-masing. Bila kita dapat memilih salah satu klasifikasi dengan tepat, maka kita akan mendapatkan hasil yang sangat memuaskan.

Penggolongan batuan beku dapat didasarkan kepada tiga patokan utama, yaitu berdasarkan genetik batuan, berdasarkan senyawa kimia yang terkandung dan berdasarkan susunan mineraloginya. Dibawah ini akan diterangkan lebih lanjut dari penggolongan batuan beku.

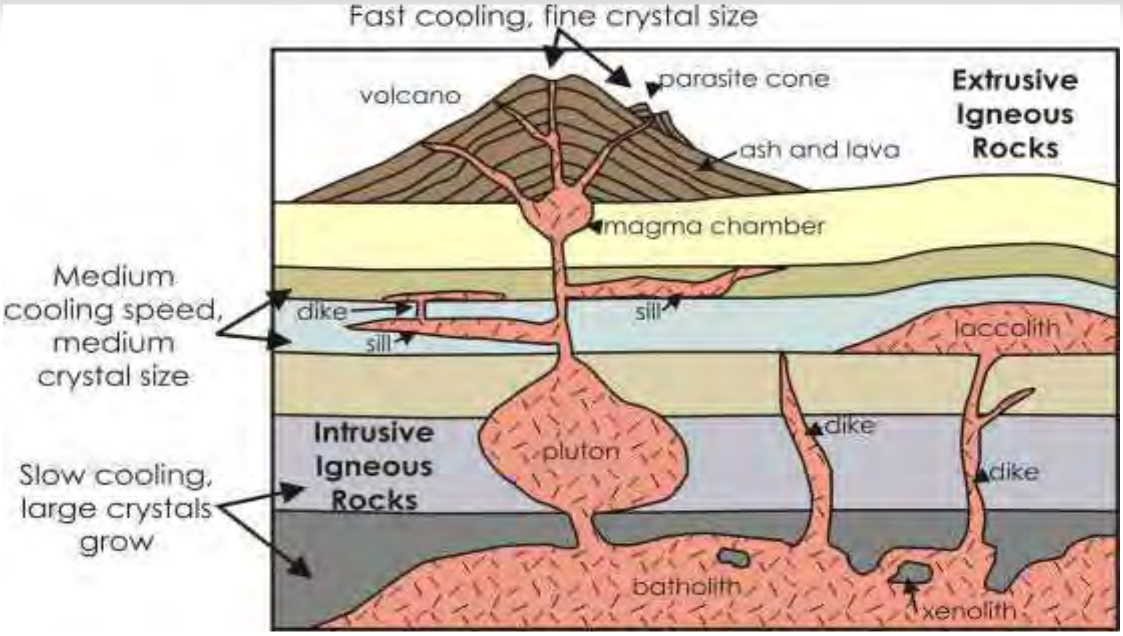
Klasifikasi batuan beku berdasarkan pada 3 patokan utama , yaitu :

1. Genetik batuan
2. Senyawa kimia yang terkandung
3. Mineralogi dan tekstur dari batuan beku

3. Klasifikasi Berdasar Genetik Dari Batuan Beku

Penggolongan ini berdasarkan genesa atau tempat terjadinya batuan beku, pembagian batuan beku ini merupakan pembagian awal sebelum dilakukan penggolongan batuan lebih lanjut. Pembagian genetik batuan beku adalah sebagai berikut :

a. Batuan Ekstrusi / batuan Vulkanik
b. Batuan Intrusi / batuan Plutonik



Gambar 1. .21. Genetik batuan beku ekstrusi dan batuan beku intrusi

Batuan Ekstrusi / Batuan Vulkanik

Kelompok batuan ekstrusi terdiri dari semua material yang dikeluarkan ke permukaan bumi baik di daratan ataupun di bawah permukaan laut. Material ini mendingin dengan cepat, ada yang berbentuk padat, debu atau suatu larutan yang kental dan panas yang biasa kita sebut lava. Bentuk dan susunan kimia dari lava mempunyai ciri sendiri.

Ada dua tipe magma ekstrusi, yang pertama memiliki kandungan silika yang rendah dan vikositas relatif rendah.

Sebagai contoh adalah lava basaltik yang sampai ke permukaan melalui celah dan setelah di permukaan mengalami pendinginan yang cepat. Biasanya lava basaltik memiliki sifat sangat cair, sehingga setelah sampai di permukaan akan menyebar dengan daerah yang sangat luas. Gunung-gunung di kepulauan Hawaii merupakan suatu contoh yang sangat baik untuk magma yang bersifat basaltik.

Lava basaltik di daerah Hawaii ini mengeluarkan material seperti, batuan yang berukuran bongkah dan butiran halus sampai ke kacaan (glass). Bila sampai ke permukaan dan mengalami pelapukan akan menjadi tanah (lempung), jika berakumulasi dibawah permukaan akan merupakan lapisan didalam pengendapan batuan sedimen.

Tipe kedua dari lava ini adalah bersifat asam, yang memiliki kandungan silika yang tinggi dan vikositas (kekentalan) relatif tinggi. Akibat dari vikositas ini bila sampai ke permukaan akan menjadi suatu aliran sepanjang lembah.

Vikositas yang tinggi dan terbentuknya urat-urat pusat, ini akibat letusan gunung api dan berhubungan dengan lava. Cone sering terjadi akibat kegiatan gunung api, dimana terjadi pemecahan didalam blok batuan yang besar. Lapisan dari butiran halus berasal dari debu vulkanik, sedangkan campuran antara batuan dan butiran halus yang sering berasosiasi dengan batuan vulkanik disebut batuan piroklastik. Percampuran dari fragmen batuan yang besar dengan lava dan debu vulkanik, sehingga membentuk agglomerat.

Butiran halus seperti debu dan fragmen batuan maka akan membentuk tuf.

Batuan Intrusi / Batuan Plutonik

Proses terbentuknya batuan beku intrusi atau disebut juga batuan plutonik, sangat berbeda dengan kegiatan batuan beku ekstrusi atau disebut juga batuan vulkanik, proses ini berbeda karena perbedaan dari tempat terbentuknya dari kedua jenis batuan ini. Tiga prinsip dari tipe bentuk intrusi batuan beku, berdasar bentuk dasar dari geometri nya adalah:

1. Bentuk tidak beraturan
2. Bentuk tabular
3. Bentuk pipa

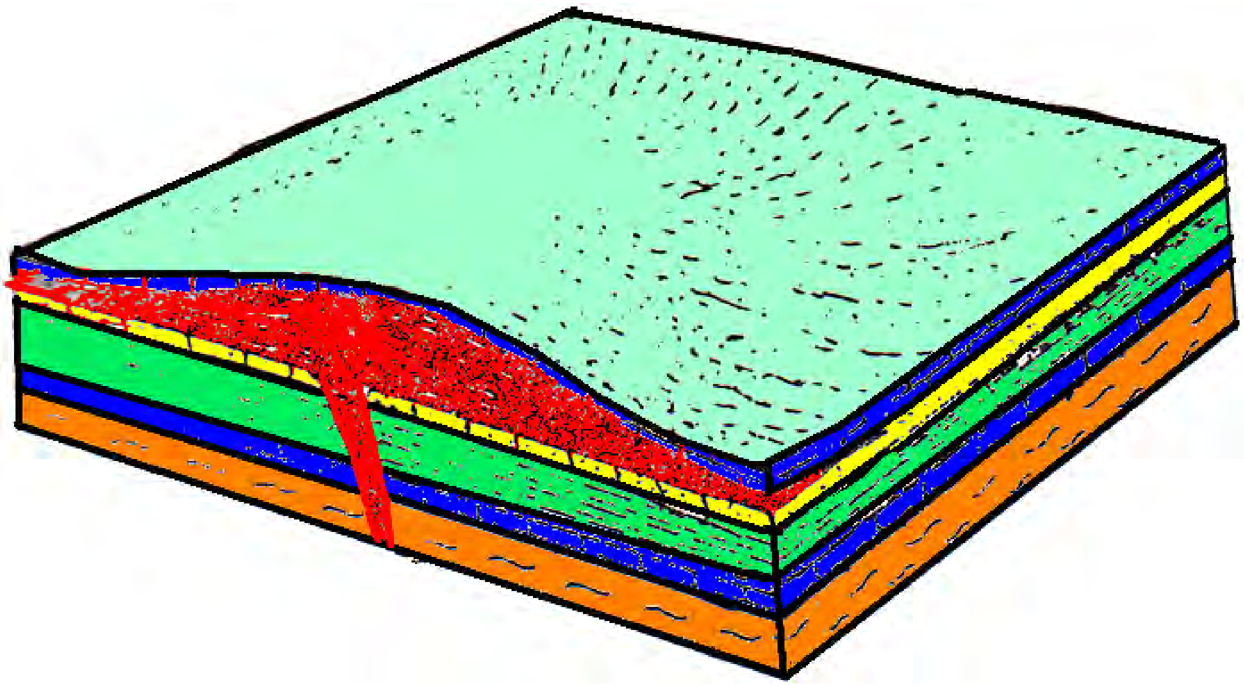
Dimana kontak diantara batuan intrusi dengan batuan yang di intrusi atau daerah batuan, bila sejajar dengan lapisan batuan maka tubuh intrusi ini disebut *konkordan.* Bila bentuk kontaknya kontras disebut *diskordan atau memotong dari lapisan masa batuan.*

1. Bentuk tidak beraturan pada umumnya berbentuk diskordan dan biasanya memiliki bentuk yang jelas di permukaan bumi. Penampang melintang dari tubuh pluton (intrusi dengan bentuk tidak beraturan) memperlihatkan bentuk yang sangat besar dan kedalaman yang tidak diketahui batasnya. Bentuk pluton biasanya dimiliki oleh batolit, singkapan di permukaan memiliki luas sampai 100 km^2. Sedangkan stok memiliki sifat yang hampir sama dan hanya di ukurannya saja yang jauh berbeda. Felsik batolit banyak terlihat di kepulauan Riau atau pulau Sumatera dan Kalimantan, salah satu contoh yang paling baik yang terdapat di indonesia adalah intrusi granit di pulau Karimun (Riau).
2. Intrusi berbentuk tabular mempunyai dua bentuk yang berbeda, yaitu dike (retas) mempunyai bentuk diskordan dan sill mempunyai bentuk konkordan.

Dike adalah intrusi yang memotong bidang perlapisan dari batuan induk. Kadang-kadang kontak hampir sejajar, akan tetapi perbandingan antara panjang dan lebar tidak sebanding. Kenampakan di lapangan dari dike dapat berukuran sangat kecil dan dapat berukuran sangat besar.

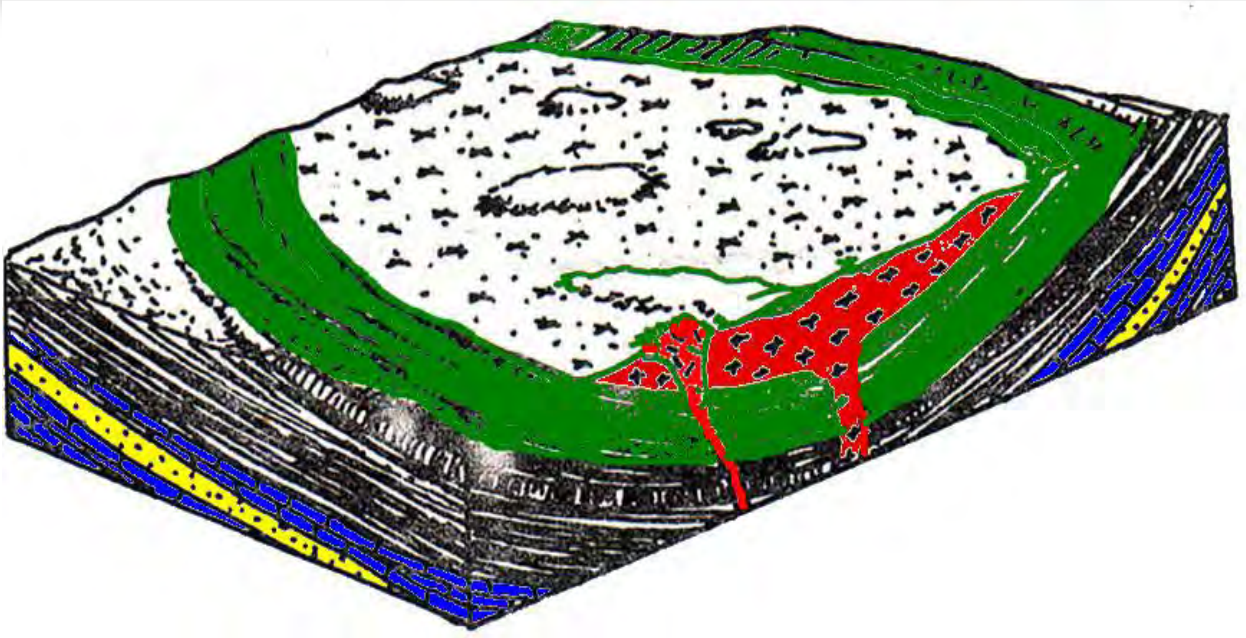
3. Sill adalah lempengan batuan beku yang di intrusikan diantara dan sepanjang lapisan batuan sedimen, dengan ketebalan dari beberapa mm sampai beberapa kilometer. Penyebaran ke arah lateral sangat luas, sedangkan penyebaran ke arah vertikal sangat kecil .

   Variasi khusus dari sil yaitu lakolit, bentuk batuan beku yang merupai sill akan tetapi perbandingan ketebalan jauh lebih besar dibandingkan dengan lebarnya dan bagian atasnya melengkung.



Gambar 1. .22. Diagram blok yang menunjukkan bentuk ideal Lacolith (Tyrell, 1960).

Sedangkan lapolit, adalah bentuk batuan beku yang luas, dengan bentuk seperti lensa dimana bagian tengahnya melengkung karena batuan dibawahnya lentur.



Gambar 1..23. Diagram blok yang menunjukkan bentuk ideal Lopolith (Tyrell, 1960).

4. Tipe ketiga dari tubuh, relatif memiliki tubuh yang kecil, hanya pluton-plutonnya diskordan. Bentuk yang khas dari group ini adalah intrusi-intrusi selinder atau pipa. Sebagian besar merupakan sisa dari korok suatu gunung api tua, biasa disebut vulkanik nek (teras / leher gunung api). Sedangkan vulkanik neck itu sendiri adalah suatu masa batuan beku yang berbentuk selinder, kemungkinan berukuran besar, tetapi kedalamannya tidak diketahui. Masa batuan beku ini mengisi saluran gunung api, umumnya mempunyai sumbu tegak lurus atau condong ke arah tegak.
   Proses erosi mengakibatkan batuan di sekelilingnya hanyut terbawa air, sedangkan sumbat gunungapi yang lebih tahan terhadap erosi akan membentuk topografi yang menonjol.
   Jadi teras gunung api (vulkanik nek) adalah sisa-sisa gunungapi. Salah satu contoh yang ada di jawa adalah didaerah Purwakarta dan Plered dekat kota Cirebon, Jawa Barat.

Batuan intrusi memiliki butiran yang kasar dan kandungan kimianya sejenis dengan lava. Pembagian besar butir untuk batuan beku, adalah butiran kasar dengan rata-rata besar butir lebih besar dari lima milimeter, sedangkan butiran halus dengan butiran sedang dengan ukurang dari satu sampai lima milimeter.

	ROCK TYPE	SOME MODES OF OCCURRENCE
EXTRUSIVE	Pumice Scoria	Lava flows, pyroclastics Crusts on lava flows, pyroclastics
	Obsidian	Lava flows
	Rhyolite Andesite Basalt	Lava flows, shallow intrusives
INTRUSIVE	Rhyolite porphyry Andesite porphyry Basalt porphyry	Dikes, sills, laccoliths, intruded at medium to shallow depths
	Granite Diorite Gabbro Peridotite	Batholiths and stocks of deep-seated intrusive origin

Tabel 1.1. Batuan beku Intrusi dan Ekstrusi dalam hubungannya dengan tempat terbentuknya

Adapun secara garis besar Karakter dari batuan beku Ekstrusi dan batuan beku Intrusi dapat dibedakan sebagai berikut :

KARAKTER BATUAN BEKU EKSTRUSI DAN INTRUSI

- Batuan beku ekstrusi
- ukuran butir halus-amorf
- chilled margin hanya terdapat dibagian bawah
- efek bakar (baking effect) dibagian bawah
- bagian atas fragmentasi (autobreksi)
- ada senolit batuan dibawahnya
- vesikuler, amygdaloid dibagian atas
- batuan yang dilewati tidak terdeformasi

- Batuan beku intrusi
- ukuran butir halus - kasar
- chilled margin terjadi dibagian luar
- terjadi metamorfosis kontak/termal
- batas tak beraturan - halus
- terdapat senolit batuan samping, batuan yang dibawah maupun yang diatasnya
- vesikuler dan amygdaloid jarang
- mengakibatkan perlipatan, atau deformasi batuan yang diterobos

Gambar 1. .24. Batuan Beku Ekstrusi / Batuan Vulkanik



Gambar. Batuan beku vulkanik, batu Pumice dan batu Perlite



Gambar : Batuan beku vulkanik, batu obsidian



Gambar : Batuan beku vulkanik, Jenis batuan beku asam, nama : batu Rhyolite



Gambar : Batuan beku vulkanik , Jenis batuan beku asam, nama : batu Rhyolite Porphyri



Gambar : Batuan beku vulkanik, Jenis batuan beku asam, nama: Latite



Gambar : Batuan beku vulkanik, Jenis batuan beku asam nama : batu Latite



Gambar : Batuan beku vulkanik, Jenis batuan beku asam, nama: batu Dacite



Gambar : Batuan beku vulkanik, Jenis batuan beku intermediate, nama : batu Trakhit



Gambar : Batuan beku vulkanik, Jenis batuan beku basa, nama : batu Phonolite



Gambar : Batuan beku vulkanik, Jenis batuan beku asam, nama : batu Tephrite



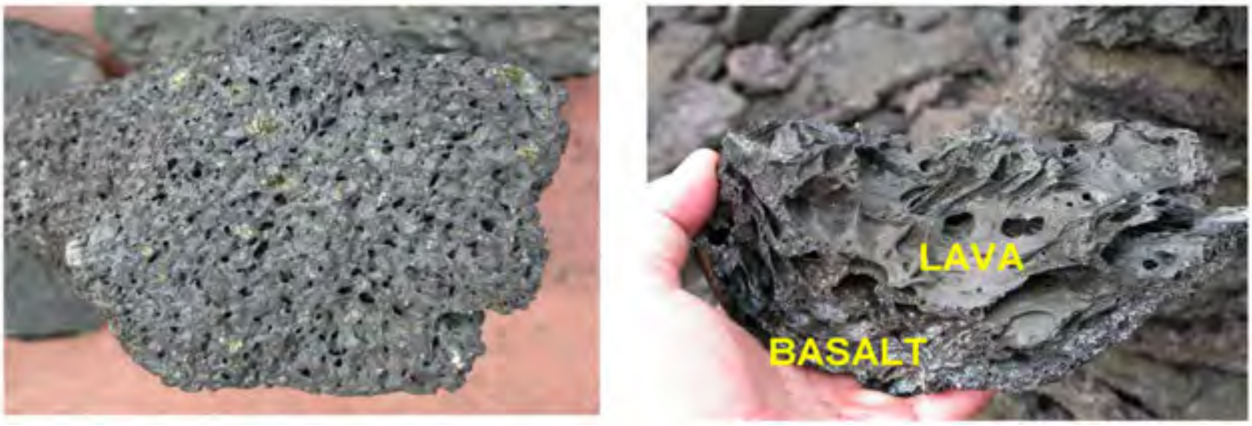
Gambar : Batuan beku vulkanik, Jenis batuan beku asam, nama : batu Foidite



Gambar : Batuan beku vulkanik, Jenis batuan beku intermediate, nama : batu Andesite



Gambar : Batuan beku vulkanik, Jenis batuan beku intermediate, nama : batu Andesite porfir



Gambar : Batuan beku vulkanik, Jenis batuan beku basa, nama : batu Basalt dan Lava



Gambar : Batuan beku vulkanik, Jenis batuan beku basa, nama : Nephelinite

Gambar 1.25. Batuan Beku Intrusi / Batuan Plutonik







Gambar : Batuan beku plutonik , Jenis batuan beku intermediate, nama : batu Diorite





Gambar : Batuan beku plutonik , Jenis batuan beku intermediate, nama : batu Diorite

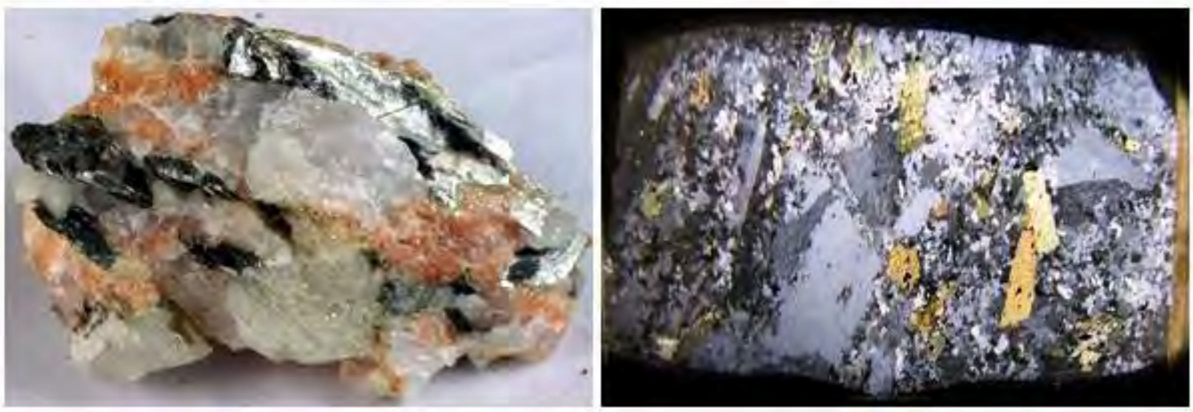




Gambar : Batuan beku plutonik , Jenis batuan beku basa, nama : batu Basalt Porphyri



Gambar : Batuan beku plutonik , Jenis batuan beku asam, nama : batu Granit



Gambar : Batuan beku plutonik , Jenis batuan beku asam, nama : batu Granit pegmatite (kiri) dan batu Granit alkali riebeckite.(kanan).



Gambar : Batuan beku plutonik , batu Jenis batuan beku asam, nama batu : Monzonite



Gambar : Batuan beku plutonik , batu Jenis batuan beku asam, nama batu : Monzoquartz (kiri) dan Monzogranit (kanan).



Gambar : Batuan beku plutonik , Jenis batuan beku asam, nama : batu Granodiorite



Gambar : Batuan beku plutonik , Jenis batuan beku asam, nama : batu Tonalite



Gambar : Batuan beku plutonik , Jenis batuan beku asam, nama : batu Tonalite



Gambar : Batuan beku plutonik , Jenis batuan beku intermediate, nama : batu Syenite



Gambar : Batuan beku plutonik , Jenis batuan beku Alkali , nama : batu Nepheline Syenite



Gambar : Batuan beku plutonik , Jenis batuan beku basa, nama : batu Gabro



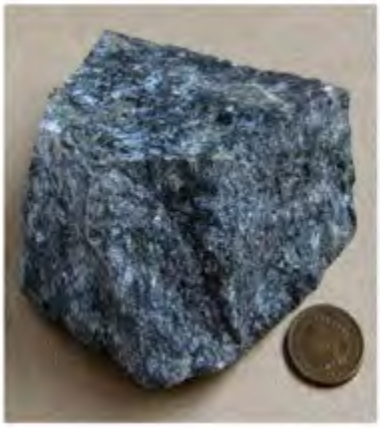
Gambar : Batuan beku plutonik , Jenis batuan beku basa, nama : batu Gabro (kiri) dan batu Gabro ophiolit (kanan) .



Gambar : Batuan beku plutonik , Jenis batuan beku basa, nama : batu Diabas

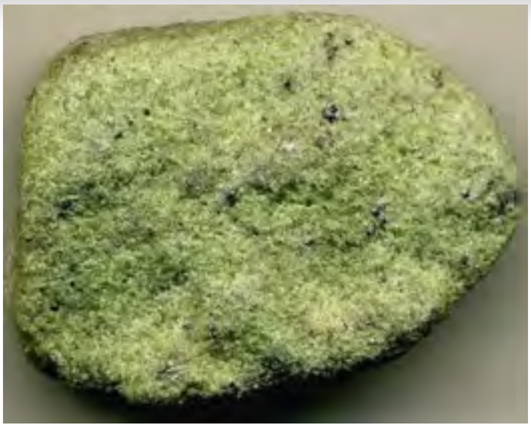



Gambar : Batuan beku i plutonik , , Jenis batuan beku Ultra basa, nama : batu Hornblendite





Gambar : Batuan beku plutonik , Jenis batuan beku ultrabasa , nama : batu Pyroksinite





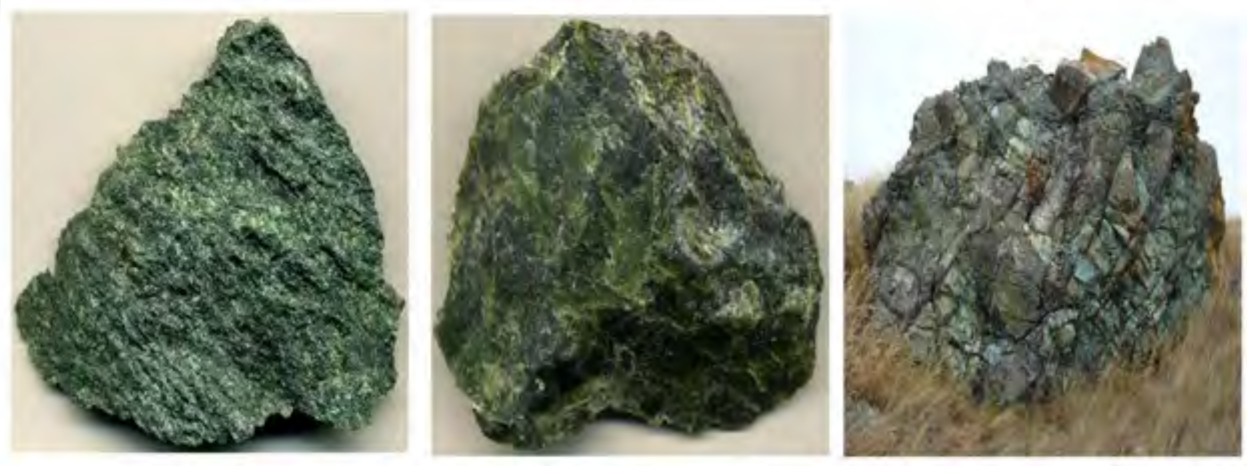
Gambar : Batuan beku plutonik , Jenis batuan bekuultrabasa , nama : batu Dunite







Gambar : Batuan beku plutonik , Jenis batuan beku , ultrabasa, nama : batu Peridotite



Gambar : Batuan beku plutonik , Jenis batuan beku ultrabasa ubahan peridotit , nama : batu Serpentinite

Evaluasi :

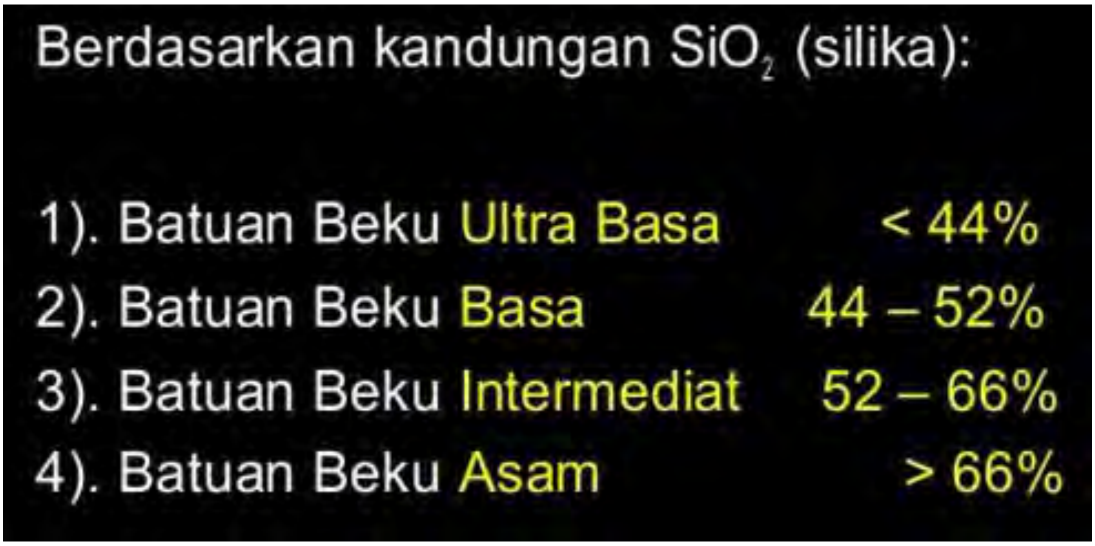
1. Jelaskan lah faktor utama yang membedakan antara batuan beku ekstrusi dengan batuan beku intrusi !
2. Dari pengamatan gambar gambar batuan tersebut diatas , maka sebutkanlah perbedaan antara batuan beku :
   - Granit dengan Riolit
   - Granit dengan Granit Pegmatite
   - Gabro dengan Andesit
   - Monzonit dengan Latit
   - Diorit dengan Granodiorit
   - Dunit dengan Pyroxenite

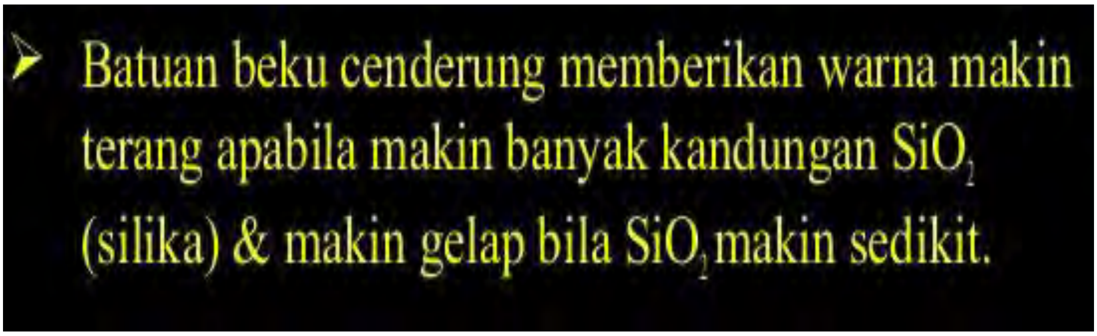
- Hornblendite dengan Diabas

- Syenite dengan Nepheline Syenit

4. KLASIFIKASI BATUAN BEKU BERDASAR UNSUR KIMIA NYA

Batuan beku disusun oleh senyawa senyawa-senyawa kimia yang membentuk material dan material menyusun batuan beku. Salah satu klasifikasi batuan beku dari unsure kimia adalah dari senyawa oksidanya, seperti SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, MnO, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, H_2O_+, P_2O_5. Dari presentase setiap senyawa kimia dapat mencerminkan jenis bakuan beku itu dan dapat pula mencerminkan beberapa lingkungan pembentukan material.





Analisa kimia batuan dapat dipergunakan sebagai dasar untuk :

- Penentuan jenis magma asal
- Pendugaan temperatur pembentukan magma
- Kedalaman magma asal dan banyak lagi kegunaan yang lainnya.

Dalam analisa kimia batuan beku, diasumsikan bahwa batuan tersebut mempunyai komposisi kimia yang sama dengan magma sebagai pembentukannya. Batuan beku yang telah mengalami pelapukan ataupun ubahan akan mempunya komposisi kimia yang berbeda. Karena itu batuan yang akan dianalisa haruslah batuan yang sangat segar dan belum mengalami ubahan / belum lapuk.

Komposisi kimia dari beberapa jenis batuan beku yang terdapat didalam yaitu hanya batuan intrusi saja , yang diperlihatkan pada tabel 4.2.

TABEL KOMPOSISI KIMIA BATUAN BEKU (Nelson, 2003)

Tipe Magma	Batuan Vulkanik	Batuan Plutonik	Komposisi Kimia	Suhu	Kekentalan	Kandungan Gas
Basaltic	Basalt	Gabbro	SiO2 45-55 %: Fe, Mg, Ca tinggi, K dan Na rendah	1000 - 1200 °C	Rendah	Rendah
Andesitic	Andesit	Diorit	SiO2 55-65 %, Fe, Mg, Ca, Na, K sedang	800 - 1000 °C	Intermediat	Intermediat
Rhyolitic	Rhyolit	Granit	SiO2 65-75 %, Fe, Mg, Ca rendah, K dan Na tinggi	650 - 800 °C	Tinggi	Tinggi

Dari tabel di atas terlihat perbedaan presentase dari setiap senyawa oksida, salah satu contoh ialah dari oksida SiO2 jumlah terbanyak dimiliki oleh batuan granit dan semakin menurun kebatuan peridotit (batuan ultrabasa). Sedangkan MgO dari batuan granit (batuan asam) semakin bertambah kandungannya ke arah batuan gabro (basa).

Kandungan senyawa kimia batuan ekstrusi identik dengan batuan intrusinya, asalkan dalam satu kelompok. Hal ini hanya berbeda tempat terbentuknya saja, sehingga menimbulkan pula perbedaan didalam besar butir dari setiap jenis mineral.

Dari sini terlihat sebagai contoh komposisi kimia dan presentase dari oksida untuk batuan granit identik dengan batuan riolit. Hal yang sama berlaku untuk batuan lainnya asalkan batuan ini masih satu kelompok.

Komposisi kimia dapat pula digunakan untuk mengetahui beberapa aspek yang sangat erat hubungannya dengan terbentuknya batuan beku. Seperti untuk mengetahui jenis

magma, tahapan diferensiasi selama perjalanan magma ke permukaan dan kedalam Zona Benioff.

5. KLASIFIKASI BATUAN BEKU BERDASAR MINERALOGI DAN TEKSTUR NYA

Analisa kimia batuan beku itu pada umumnya memakan waktu, maka sebagian besar klasifikasi batuan beku didasarkan atas susunan mineral dari batuan itu. Mineral-mineral yang biasanya dipergunakan adalah mineral kuarsa, plagioklas, potassium feldspar dan foid untuk mineral felsik. Sedangkan untuk mafik mineral amphibol, piroksen dan olivin.

Batuan intrusi memiliki butiran yang kasar dan kandungan kimianya sejenis dengan lava. Pembagian besar butir untuk batuan beku, adalah butiran kasar dengan rata-rata besar butir lebih besar dari lima milimeter, sedangkan butiran halus dengan butiran sedang dengan ukurang dari satu sampai lima mili meter.

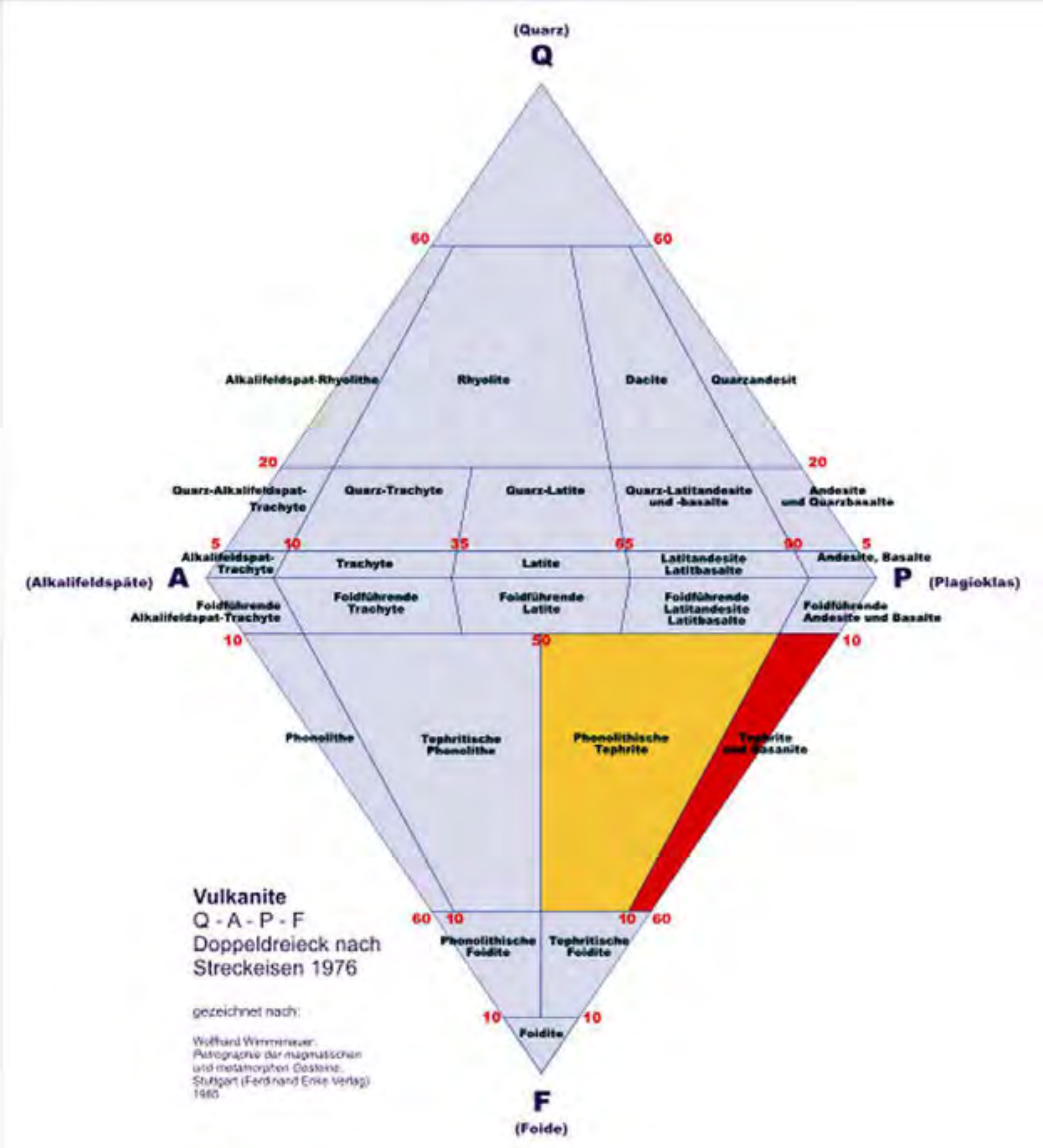
Klasifikasi yang didasarkan atas mineralogi dan tekstur akan lebih dapan mencerminkan sejarah pembentukan batuan daripada atas dasar kimia. Tekstur batuan beku adalah menggambarkan keadaan yang mempengaruhi pembetukan batuan itu sendiri. Seperti tekstur granular memberi arti akan keadaan yang serba sama, sedangkan tekstur porfiritik memberikan arti bahwa terjadi dua generasi pembentukan mineral. Dan tekstur afanitik menggambarkan pembekuan yang cepat.

Banyak para ahli membuat Klasifikasi batuan beku berdasar kandungan mineralnya ataupun campuran antara kandungan mineral dan teksturnya. Para ahli tersebut antara lain Fenton (1940), Rosenbusch (1950), Russel B. Travis (1955) Walter T.Huang (1962),

Klasifikasi berdasar Mineral nya saja

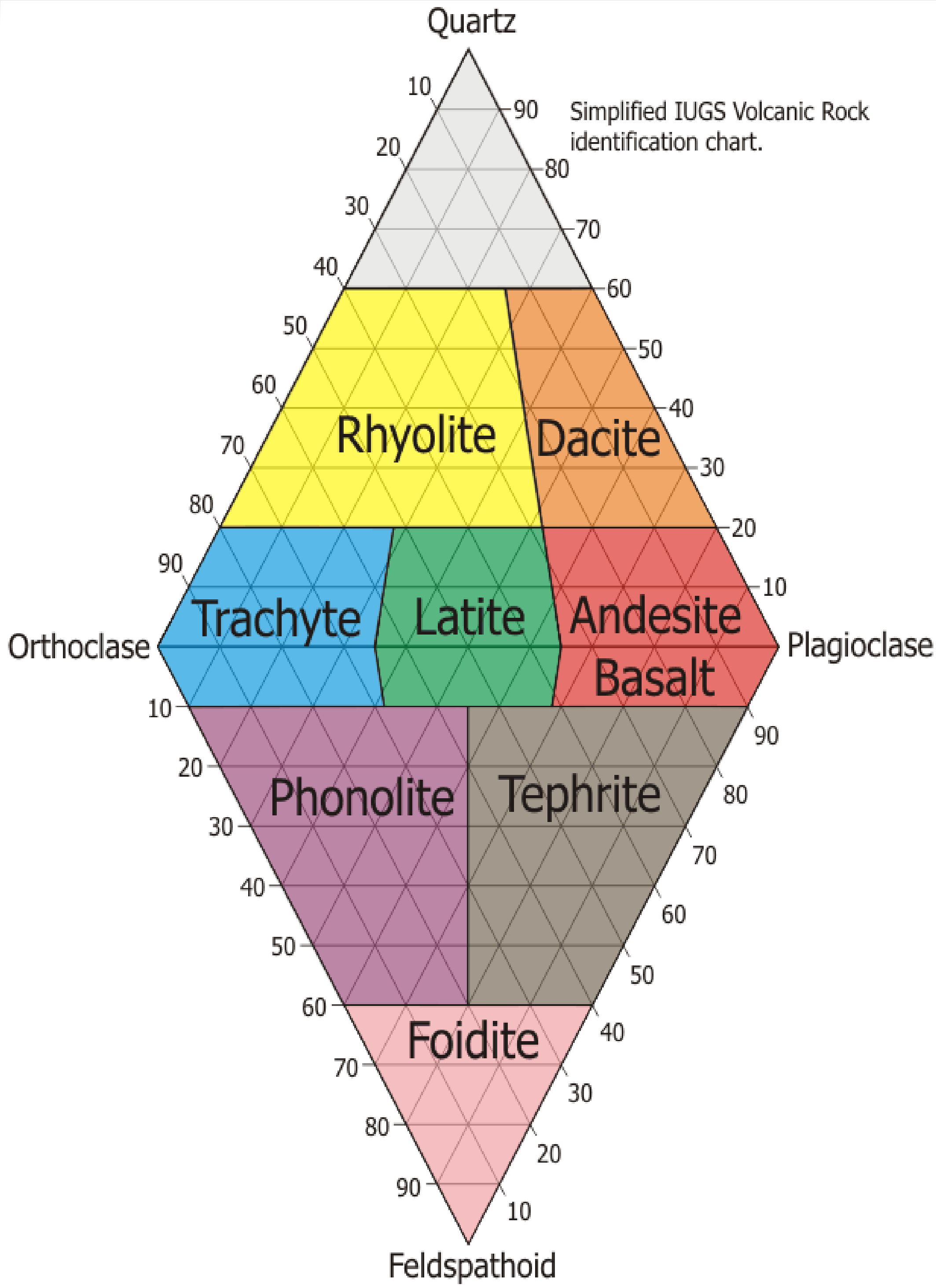


Gambar 1. .26. Klasifikasi batuan beku berdasar mineralnya yang paling sederhana.

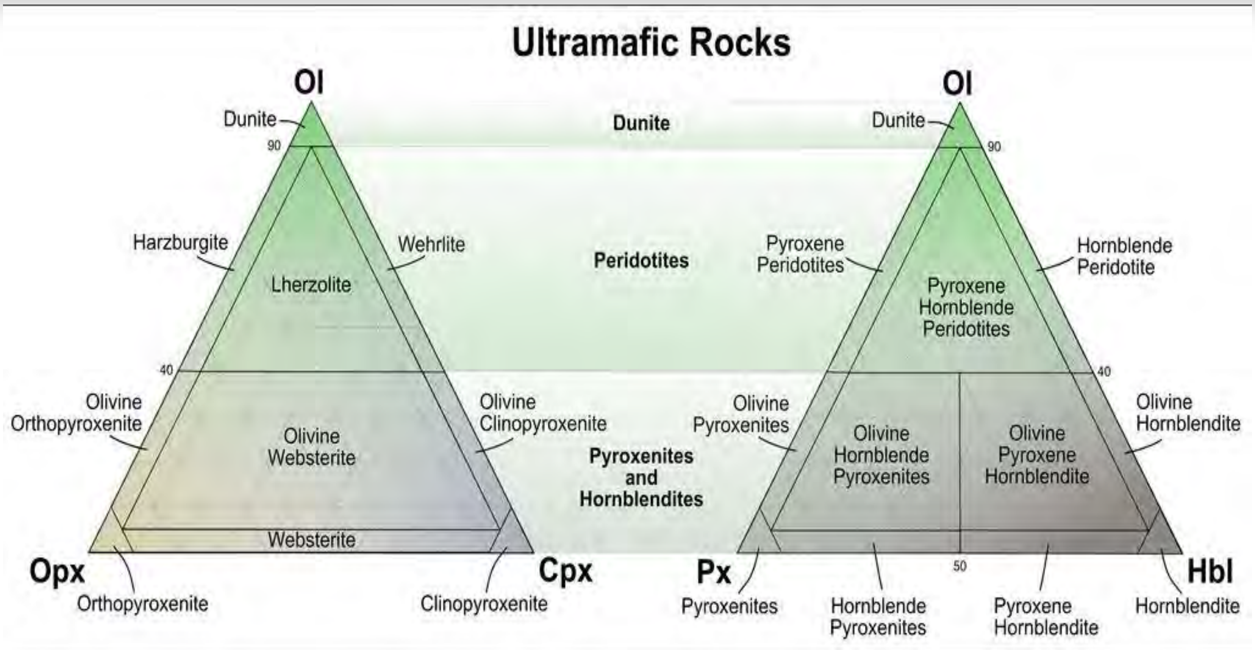


Gambar 1..27. Klasifikasi Batuan beku berdasar persentase kandungan mineral Foide, Alkali Feldspar. Plagioklas dan mineral Quarsa nya. (Streckeisen, 1976)

.



Gambar1..28. Klasifikasi Batuan beku Ekstrusi atau batuan vulkanik ,berdasar pesentase mineral Quarsa, Orthoclas, Plagioklas dan Felspathoid nya, yang terkandung dalam batuan Vulcanik / Ekstrusi tersebut . (IUGS, 1999)



Gambar 1..29. Klasifikasi Batuan beku intrusi Ultramafic / ultra basa berdasarkan perbandingan mineral Piroxin (Px) , Hornblenda (Hbl) dan mineral Olivin (Ol) yang terkandung dalam batuan tersebut. (IUGS, 1999)



Gambar. Batuan beku Granit dengan kandungan mineral mineralnya .

Dibawah ini adalah Tabel 4.3. Klasifikasi batuan beku berdasarkan susunan mineral dan tekstur dari batuan beku . menurut para ahli. (Fenton, 1940 ., Rosenbusch, 1955,. Russel B. Travis, 1955., Walter T. Huang , 1962., dan O'Dunn & Sill, 1986)

KLASIFIKASI BATUAN BEKU MENURUT FENTON (1940)

		GENERALLY LIGHT – COLORED (Few Iron – Magnesian minerals)						GENERALLY DARK-COLORED (FE&Mg melimpah)	
		Orthoklas dominan		Orthoklas and plagioklas about equal		Plagioklas Dominan		Plagioklas	No/ Plagioklas
		Quartz	No Quartz	Quartz	No Quartz	Quartz	No Quartz		
Coarse = Grained ; mineral reconizable by eye or lens intrusive	Not porphyritic	**Granite Pegmatit**	Syenite Naphelite Syenite	Quartz Monzonite Granodiorite	Monzonite	Quartz Diorite	Diorite Anorthosite Dolerite	Gabro Diabase	Peridotit Cortlandite Dunite (no volcanic equivalents)
	Porphyritic	Granite Porphyri	Syenite Porphyri	Quartz Monzonite Porphyri Granodiorite Porphyri	Monzonite Porphyri	Quartz Diorite Porphyri	Diorite porphyri	Gabro Pophyri	
Dense or very fine grained ; few minerals recognizable. Extrusive or intrusive near surface	Porphyritic	Rhyolite	Trachite Phonolite	Latite		Dasite	Andesite Porphyri	Basalt Pophyri	Limburgit
	Not porhyritic			Felsite			Andesite	Basalt	
Class, wholly or in part	Not porphyritic	Obsidian (dark), Pithstone, Perlite, fumice, etc						Trachite	
Extrusive	Porphyritic	Vitrophyre (=obsidian porphyri and pitchsone pophyri)							
Fragmental;may form layers Extrusive		Volcanic Ash, Tuff, Aglomerate, Breccia, etc.							

TABEL ROSENBUSCH (1955)

Tekstur	Mineral – Mineral Utama					
	Kuarsa•	Orthoklas•	Plagioklas•	Plagioklas•	Amfibol•	Piroksen•
	Sanidin•	Sanidin	Sanidin •	Amfibol•	Piroksen•	Olivin•
	Plagioklas	Plagioklas	Kuarsa•	Sanidin	Ca-Plagioklas	Amfibol
	Mika	Voiden	Amfibol•	Voiden	Voiden	
	Amfibol	Mika	Mika	Piroksen	Mika	
	Piroksen	Amfibol/Piroksen	Piroksen	Mika & Olivin	Olivin	
Holocrystaline Equigranular Faneritik	Granit	Sienit	Granodiorit Kuarsa Diorit	Diorit	Gabro Norit	Piroksenit Dunit Peridotit
Holocrystaline Inequigranular Porfiritik	Granit Porfir Pegmatit Aplit	Sienit Porfir Aplit Sienit	Kuarsa Diorit Porfir	Diorit Porfir Lamprofir	Gabro Porfir	
Hypohyaline Afanitik Equigranular	Riolit Kuarsa Porfir Liparit	Zeolit Tracit	Kuarsa Porfir Dasit	Porfirit Andesit	Diabas Basalt	Fikrit
Holohyaline Afanitik Equigranular	Obsidian	Bomb	Pumice	Lapili	Abu Gunung	
	Batuan Beku Asam		Batuan Beku Intermediet		Batuan Beku Basa	

• = mineral yang dominan

KLASIFIKASI BATUAN BEKU MENURUT RUSSELL B. TRAVIS (1955)

	K. Felspar > 2/3 Seluruh Feldspar			K. Felspar 1/3 – 2/3 seluruh Feldspar			Felspar Plagioklas > 2/3 seluruh Feldspar					Sedikit/Tidak ada Feldspar		Tipe Khusus
							K.Feldspar >10% seluruh Felspar	K. Felspar <10% Seluruh Felspar						
								Na - Plagioklas		Ca - Plagioklas				
MINERAL UTAMA	KWARSA >10%	KWARSA <10% FELSPATOID <10%	FELSPATOID >10%	KWARSA >10%	KWARSA <10% FELSPATOID <10%	FELSPATOID >10%		KWARSA >10%	Kwarsa <10% Felspatoid <10%	Kwarsa <10% Felspatoid <10%	Felspatoid >10% Pyroksin >10%	Terutama : Piroksin Dan atau Olivin	Terutama : Mineral Fe/Mg Dan Felspatoid	
MINERAL TAMBAHAN KHAS	Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin, Muskovit Juga : Na-Amphibol, Egirin, Kankrinit, Turmalin, Sodalit			Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin Juga : Na-Amfibol, Egirin			Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin (dalam Andesit) Juga : Felspatoid, Na-Amphibol			Terutama : Piroksin, Uralit, Olivin Juga : Hornblende, Biotit, Kwarsa, Egirin, Na-Amfibol		Terutama : Serpentin Bijih besi Juga : Biotit, Hornblende	Hornblende Biotit Bijih besi	PEGMATIT APLIT LAMPROPIR
INDEKS WARNA	10	15	20	20	25	30	20	20	25	30	60	95	55	
FANERITIK – EKWIGRANULAR: Batolit, Lapolit, "Stock", Lakolit luas, Retas tebal, Sill	GRANIT	SIANIT	SIANIT NEFELIN	MONSONIT KWARSA (ADAMELIT)	MONSONIT	MONSONIT NEFELIN	GRANO DIORIT	DIORIT KWARSA (TONALIT)	DIORIT	GABRO: Norit, Olivin saluran, Traktolit, Anortorit, Gabro kwarsa	TERALIT	PERIDOTIT: Harzburgit, Pikrit, Dunit, Piroksen, Serpentinit	IJOLIT Messorite Dsb	
PORFIRITIK – MASA DASAR FANERITIK: Lakolit, Retas, Sill, "sung", "Stock" kecil, Tepi masa luas	PORFIRI GRANIT	PORFIRI SIANIT	PORFIRI SIANIT NEFELIN	PORFIRI MONZONIT KWARSA	PORFIRI MONZONIT	PORFIRI MONZONIT NEFELIN	PORFIRI GRANO DIORIT	PORFIRI DIORIT KWARSA	PORFIRI DIORIT	PORFIRI GABRO	– PORFIRI TERALIT	PORFIRI PERIDOTIT		
PORFIRITIK – MASA DASAR AFANITIK: Retas, Sill, Lakolit, Aliran, Permukaan	PORFIRI RIOLIT	PORFIRI TRAKIT	PORFIRI FONOLIT	PORFIRI LATIT KWARSA	PORFIRI LATIT	PORFIRI LATIT NEFELIN	PORFIRI DASIT		PORFIRI ANDESIT	PORFIRI BASAL	PORFIRI TEFRIT	PORFIRI LIMBURGIT		
AFANITIK – MIKROKRISTALIN: Retas, Sill, Aliran, Permukaan, Tepi masa luas, "welded tuffs"	RIOLIT	TRAKIT	FONOLIT	LATIT KWARSA (DELENIT)	LATIT (TRAKIT ANDESIT)	LATIT NEFELIN	DASIT		ANDESIT	BASAL	TEFRIT	LIMBURGIT	Nefelit Lesitit Melilitit Olivin Nepelinit Dsb.	TRAP FELSIT
AFANITIK – GELAS: Aliran permukaan, Tepi retas dan Sill, "Welded tuffs"	OBSIDIAN "PITCHSTONE" VITROFIR" PERLIT BATUAPUNG SKOREA													

TABLE FOR THE MEGASCOPIC DETERMINATION OF IGNEOUS ROCKS

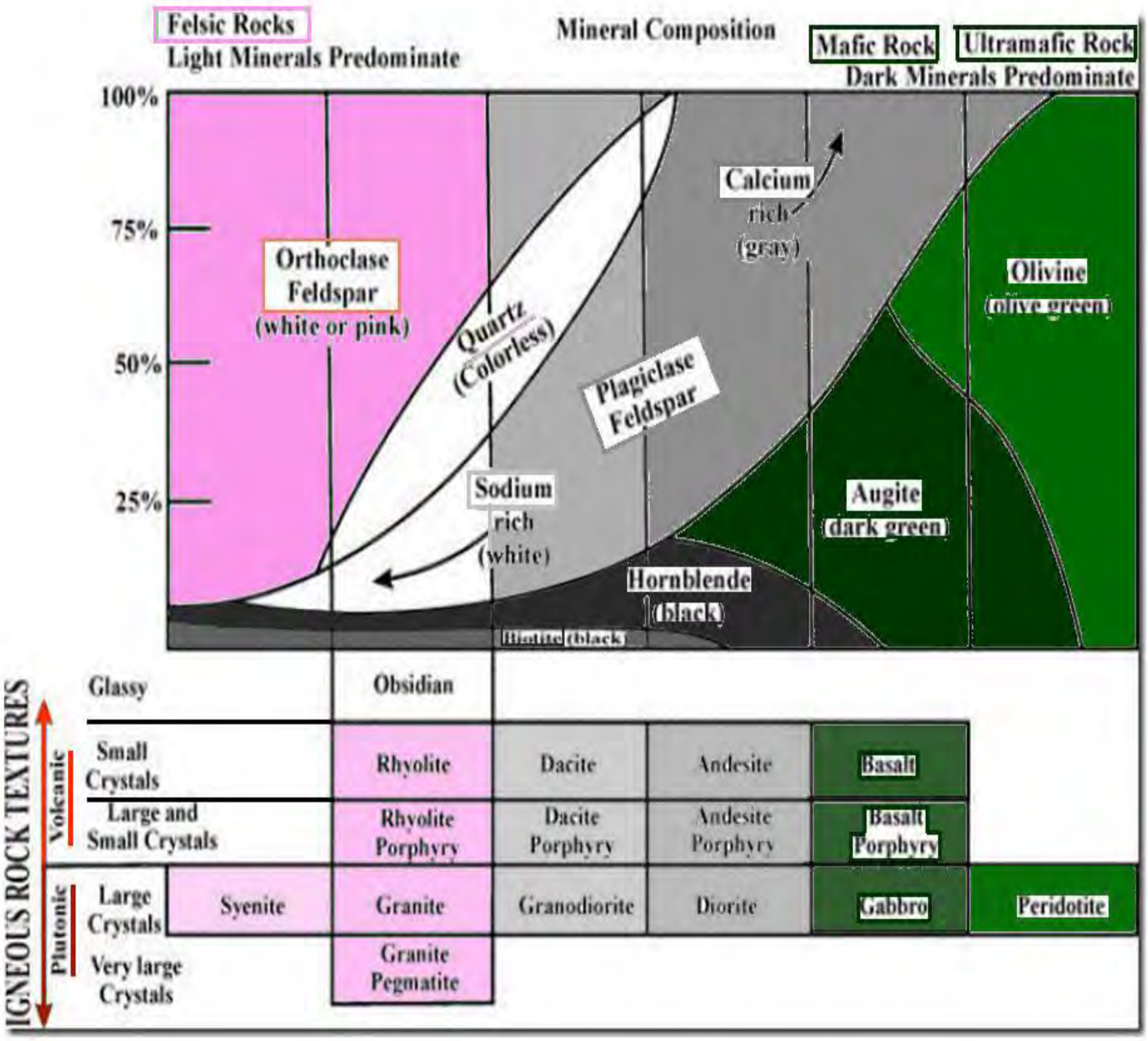
(The rocks are arranged in accordance with their natural occurance in the field, i.e., plutonic rocks occur at depth while volcanic rocks occur at shallow dept or on the surface or the earth)

Volcanic	Bedded or fragmental secumulations, surface flow, and ejecta	Pyroclastic, glassy	Tuff High-silica glass Obsidian, Perlite, Pitchstone, Pumice		Breccia			Tuff–breccia Low-silica glass Tachylite		Agglomerate			
Volcanic	Surface flow or shallow dikes	Porphyro-aphanitic or aphanitic	Quartz porphyry Rhyodacite Rhyolite	Latite	Dacite	Dacite	QUARTZ	Trachyte	Andesite	Basalt	Phonolite	Leucitite Nephelinite Nepheline Basalt + Olivine Leucite Basalt	
Plutonic	Deep to hypabyssal dikes, minor intrusives	Porphyritic	Granite porphyry	Quartz monzonite porphyry Monzonite porphyry	Granodiorite porphyry	Tonalite porphyry	DIVIDING	Syenite porphyry	Diorite porphyry	Gabro porphyry Diabasic texture Diabase	Leucite porphyry Nepheline porphyry		
Plutonic	Deep to hypabyssal dikes, minor intrusives	Panidiomorphic Pegmatitic Aplitic	Granite – pegmatite Aplitite P – 3					Lamprophyre Minette (Orth. –B.) Kersantite (Plag. –B.) Vogosite (Orth. –H.) Malachite (Plag. –H.) P – 4					
Large intrusive		Granular	Granite	Quartz monzonite Monzonite	Granodiorite	Tonalite		Syenite	Diorite	Gabro Olivine gabro Anorthosite	Nepheline syenite	Ijolite Missourite + olivine	Hornblendite Pyroxenite Dunite Serpentinite Peridotite
Usual occurence		Usual texture											
Mineralogical composition		Characteristic	M.B.H*	B.H.P.	B.H.P.	B.H.P.		B.H.P.	B.H.P.	B.H.P.	Orthoclase	Alkali Piroxyn	
Mineralogical composition		Essential	Quartz : Present Orth. > Plag.	Orth. = Plag.	Plag. > Orth.	Chiefly Sodic plag.	LINE	Quartz : Absent Chiefly Orth.	Chiefly Sodic plag.	Chiefly Calcic plag.	Feldspathoid: leucite, nepheline, canerinite, etc		Mafic minerals only B.H.O.P.
Rock type			Silicic					Intermediate		Mafic	Alkalic		Ultramafic

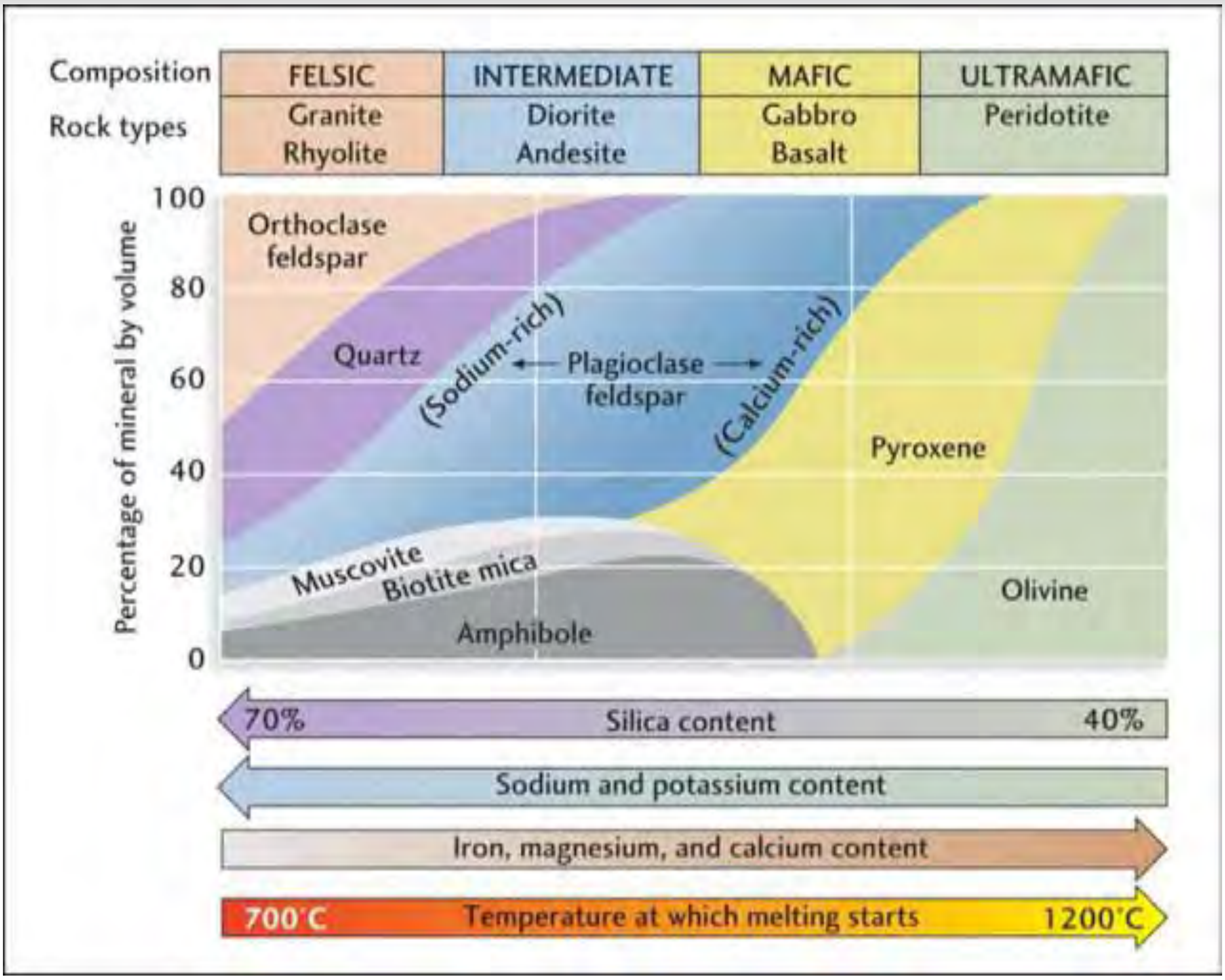
*Abbreviations : M – muscovite, B – biotite, H – hornblende, O – olivine, Orth – orthoclase, Plag – plagioclase, P – pyroxene

Tabel Determinasi Batuan Beku secara megaskopis

(Walter T . Huang , 1962)



Tabel 1.4. Klasifikasi batuan beku (O"Dunn & Sill, 1986)



Tabel 1.4. Klasifikasi batuan beku (O"Dunn & Sill, 1986)

Gambar table-tabel tersebut diatas adalah Klasifikasi batuan berdasarkan, tekstur dan komposisi mineralnya.

Evaluasi :

1. Jelaskan pentingnya mengetahui komposisi kimia dari mineral dalam suatu batuan beku
2. Textur pada batuan beku dapat dipergunakan untuk menceritakan sejarah terbentuknya (genesa) dari suatu batuan beku. Uraikan dan berilah penjelasan pernyataan tersebut.
3. Dari tabel tabel klasifikasi batuan beku berdasarkan tekstur dan komposisi mineral yang ada diatas , buatlah ringkasan dari persamaan dan perbedaannya.
4. Menurut kalian manakah dari tabel tabel tersebut yang paling mudah dipahami ? Mengapa begitu ?

5. Mengapa dalam seluruh tabel tersebut mineral Olivin selalu diletakkan paling kanan ?

E. BATUAN PIROKLASTIKA (PYROCLASTIC ROCKS)

Batuan piroklastika adalah suatu batuan yang berasal dari letusan gunungapi, sehingga merupakan hasil pembatuan daripada bahan hamburan atau pecahan malgma yang dilontarkan dari dalam bumi ke permukaan.

Itulah sebabnya dinamakan sebagai **piroklastika**, yang berasal dari kata *pyro* berarti api (magma yang dihamburkan ke permukaan hampir selalu membara, berpendar atau berapi), dan *clast* artinya fragmen, pecahan atau klastika.

Dengan demikian, pada prinsipnya batuan **piroklastika adalah batuan beku luar yang bertekstur klastika**. Hanya saja pada saat proses pengendapan, batuan piroklastika ini mengikuti hukum-hukum di dalam proses pembentukan batuan sedimen. Misalnya diangkut oleh angin atau air dan membentuk struktur-struktur sedimen, sehingga kenampakan fisik secara keseluruhan batuannya seperti batuan sedimen. Oleh sebab itu ada ahli yang memasukkan batuan Piroklastik ini kedalam Jenis batuan sedimen.

Pada kenyataannya, setelah menjadi batuan, tidak selalu mudah untuk menyatakan apakah batuan itu sebagai hasil kegiatan langsung dari suatu letusan gunungapi (sebagai endapan primer piroklastika), atau sudah mengalami pengerjaan kembali (***reworking***) sehingga secara genetik dimasukkan sebagai endapan sekunder piroklastika atau endapan epiklastika.

Berdasarkan ukuran butir klastikanya, sebagai bahan lepas (endapan) dan setelah menjadi batuan piroklastika, penamaannya seperti pada Tabel dibawah ini

Tabel 1.5. Klasifikasi batuan piroklastika

Ukuran butir (mm)	Sebutan (piroklastik)	Endapan piroklastik	
		Tak terkonsolidasi	terkonsolidasi
> 64	Bomb, block	Bomb, block tephra	Aglomerat, Breksi Piroklastik
64 – 2	lapilus	Tephra lapili	Batu lapili
2 – 1/16	Debu kasar	Debu kasar	Tuff, debu kasar
< 1/16	Debu halus	Debu halus	Tuff, Debu Halus

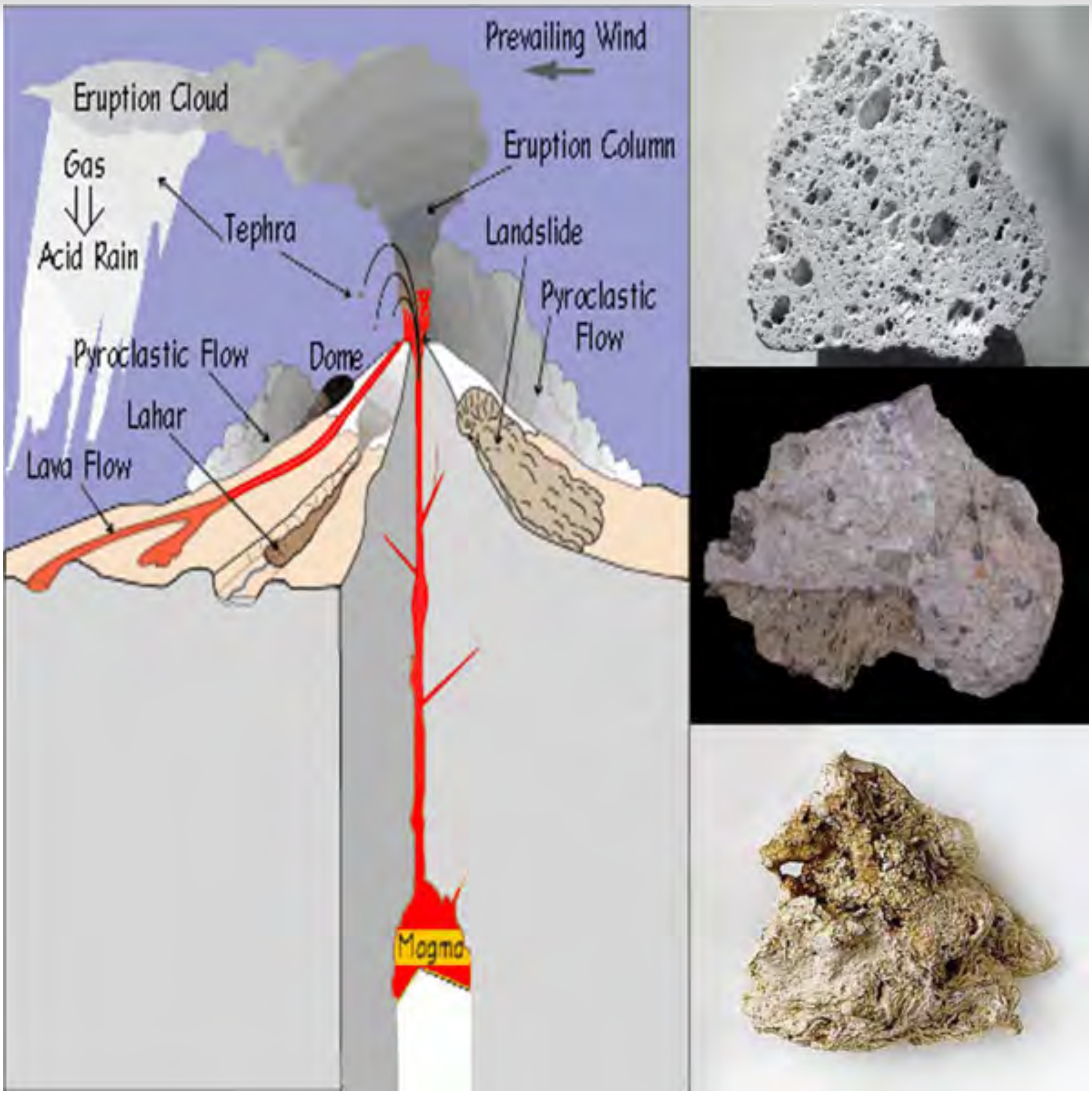
Bom gunungapi adalah klastika batuan gunungapi yang mempunyai struktur-struktur pendinginan yang terjadi pada saat magma dilontarkan dan membeku secara cepat di udara atau air dan di permukaan bumi. Salah satu struktur yang sangat khas adalah struktur kerak roti (***bread crust structure***). Bom ini pada umumnya mempunyai bentuk membulat, tetapi hal ini sangat tergantung dari keenceran magma pada saat dilontarkan. Semakin encer magma yang dilontarkan, maka material itu juga terpengaruh efek puntiran pada saat dilontarkan, sehingga bentuknya dapat bervariasi. Selain itu, karena adanya pengeluaran gas dari dalam material magmatik panas tersebut serta pendinginan yang sangat cepat maka pada bom gunungapi juga terbentuk struktur vesikuler serta tekstur gelasan dan kasar pada permukaannya. Bom gunungapi yang berstruktur vesikuler di dalamnya berserat kaca dan sifatnya ringan disebut **batuapung** (***pumice***). Batuapung ini umumnya berwarna putih terang atau kekuningan, tetapi ada juga yang merah daging dan bahkan coklat sampai hitam. Batuapung umumnya dihasilkan oleh letusan besar atau kuat oleh suatu gunungapi dengan magma berkomposisi asam hingga menengah, serta relatif kental. Bom gunungapi yang juga berstruktur vesikuler tetapi di dalamnya tidak terdapat serat kaca, bentuk lubang melingkar, elip atau seperti rumah lebah disebut **skoria** (***scoria***). Bom gunungapi jenis ini warnanya merah, coklat sampai hitam, sifatnya lebih berat daripada batuapung dan dihasilkan oleh letusan gunungapi lemah berkomposisi basa serta relatif encer. Bom gunungapi berwarna hitam, struktur masif, sangat khas bertekstur gelasan, kilap kaca, permukaan halus, pecahan konkoidal (seperti botol pecah) dinamakan **obsidian**. Blok atau bongkah gunungapi dapat merupakan bom gunungapi yang bentuknya meruncing, permukaan halus gelasan sampai hipokristalin dan tidak terlihat adanya struktur-struktur pendinginan. Dengan

demikian blok dapat merupakan pecahan daripada bom gunungapi, yang hancur pada saat jatuh di permukaan tanah/batu. Bom dan blok gunungapi yang berasal dari pendinginan magma secara langsung tersebut disebut bahan magmatik primer, material esensial atau ***juvenile***). Blok juga dapat berasal dari pecahan batuan dinding (batuan gunungapi yang telah terbentuk lebih dulu, sering disebut bahan aksesori), atau fragmen non-gunungapi yang ikut terlontar pada saat letusan (bahan aksidental).

Berdasarkan komposisi penyusunnya, tuf dapat dibagi menjadi tuf gelas, tuf kristal dan tuf litik, apabila komponen yang dominan masing-masing berupa gelas/kaca, kristal dan fragmen batuan.

Tuf juga dapat dibagi menjadi tuf basal, tuf andesit, tuf dasit dan tuf riolit, sesuai klasifikasi batuan beku.

Apabila klastikanya tersusun oleh fragmen batuapung atau skoria dapat juga disebut tuf batuapung atau tuf skoria. Demikian pula untuk aglomerat batuapung, aglomerat skoria, breksi batuapung, breksi skoria, batulapili batuapung dan batulapili skoria.



Gambar1..30. Proses terbentuknya batuan Piroklastik.

Sedangkan menurut ahli WT Huang 1962 dan William 1982 Batuan Piroklastik adalah batuan vulkanik yang bertekstur klastik yang dihasilkan oleh serangkaian proses yang berkaitan dengan letusan gunungapi , dengan material penyusun dari asal yang berbeda. Material tersebut ter endapkan dan terkonsolidasi sebelum mengalami reworked oleh air maupun oleh es . Pada kenyataannya bahwa batuan letusan gunungapi dapat berupa suatu hasil lelehan merupakan lava yang di klasifikasikan kedalam batuan beku, serta dapat pula berupa produk ledakan atau eksplosif yang bersifat fragmental dari semua bentuk material cair, gas atau bahan padat yang dikeluarkan dengan jalan erupsi dari suatu gunungapi. Kalian dapat

membuktikannya dengan mengamati kegiatan gunung berapi yang ada didekat daerah tempat tinggalmu.

1. Kelompok Batuan Piroklastik

William, 1982 dan Fisher 1984 , mengelompokkan material penyusun batuan piroklastik menjadi tiga kelompok yaitu :

1. **Kelompok juvenil (essential)**

   Bila material penyusun dikeluarkan langsung dari magma, terdiri dari padatan, atau partikel tertekan dari suatu cairan yang mendingin dan kristal *(pyrogenic crystal).*

2. **Kelompok Cognate *(Accessory).***

   Bila material penyusunnya dari material hamburan yang berasal dari letusan sebelumya, dari gunungapi yang sama atau tubuh volkanik yang lebih tua dari dinding kawah.

3. **Kelompok accindental (bahan asing)**

   Bila material penyusunnya merupakan bahan hamburan yang berasal dari batuan non gunungapi atau batuan dasar berupa batuan beku, sedimen, methamorf, sehingga mempunyai komposisi yang seragam

2. Tekstur Batuan Piroklastik

Variasi bentuk , pembundaran dan pemilahan batuan piroklastik mirip dengan batuan sedimen klastik pada umumnya.

3. Komposisi Mineral Batuan Piroklastik

A. Mineral-mineral sialis , terdiri dari :

1. Kwarsa (SiO_2).
2. Feldsfar, baik K-Feldsfar, Na – Feldsfar, maupun Ca Feldsfar.
3. Feldspatoid, merupakan kelompok mineral yang terjadi jika kondisi larutan magma dalam keadaan tidak atau kurang jenuh akan kandungan silika

B. Mineral – mineral Ferromagnesia

Merupakan kelompok mineral yang kaya akan kandungan ikatan Fe-Mg silikat dan kadang-kadang disusul dengan Ca-silikat. Mineral tersebut hadir berupa kelompok mineral :

- Piroksen, merupakan mineral penting dalam batuan gunungapi
- Olivin , mineral yang kaya akan besi dan magnesium dan miskin silika.

C. MINERAL TAMBAHAN

- Hornblende
- Biotit
- Magnetit
- Ilmenit

4. ENDAPAN PIROKLASTIK

Endapan Piroklastik Tak Terkonsolidasi

1. Bomb gunungapi

Bomb adalah gumpalan –gumpalan lava yang mempunyai ukuran > 64 mm, dan sebagian atau semuanya plastis pada waktu tereropsi.

Dapat dibagi menjadi 3 macam :

a. **Bom pita (*ribbon bombs),*** yaitu bomb yang memanjang seperti suling dan sebagian besar gelembung-gelembung memanjang dengan arah yang sama. Bamb ini sangat kental mempunyai bentukmenyudut mempunyai inti dari material yang terkonsolidasi serta retakan kulitnya tidak teratur

b. **Bomb teras *(cored bomb), b***omb yang mempunyai inti material yang terkonsolidai lebih dahulu, mungkin fragmen –fragmen sisa erupsi terdahulu dari gunungapi yang sama.

c. **Bomb kerak roti *(bread crust bombs),*** yaitu bomb yang bagian luarnya retak-retak persegi seperti nampak kulit roti yang mekar, hal ini disebabkan oleh bagian kulitnya cepat mendingin dan menyusut

2. Block gunungapi (*Vulcanic Block*)

Merupakan batuan piroklastik yang dihasilkan oleh eropsi eksplosif dari fragmen batuan yang sudah memadat lebih dulu dengan ukuran > 64 mm. Block-block ini selalu menyudut bentuknya.

3. **Lapili**

   Berasal bahasa latin yaitu lapilus, nama untuk hasil erupsi eksplosif gunungapi yang berukuran 2 mm-64 mm. Selain dari atau fragmen batuan kadang-kadang terdiri dari mineral-mineral augit, olivin, dan plagioklas.

4. **Debu gunungapi**

   Adalah batuan piroklastik yang berukuran 2 mm-1/256 mm yang dihasilkan oleh pelemparan dari magma akibat erupsi eksplosif . Namun ada juga debu gunungapi yang terjadi karena proses penggesekan pada waktu erupsi gunungapi. Debu gunungapi masih dalam keadaan belum terkonsolidasi.

Endapan Piroklastik Yang Terkonsolidasi

Merupakan akibat lithifikasi endapan piroklastik jatuhan

1. **Breksi piroklastik**

   Adalah batuan yang disusun oleh block-block gunungapi yang telah mengalami konsolidasi dalam jumlah > 50% serta mengandung ± 25 % lapili dan debu.

2. **Aglomerat *(Agglomerat)***

   Adalah batuan ang dibentuk oleh konsolidasi material-material dg kandungan didominasi oleh bomb gunungapi dimana kandungan lapili dan abu < 25 %.

3. **Batu lapili *(lapilli stone)***

   Adalah batuan yang dominan terdiri dari fragmen lapili dengan ukuran 2-64 mm.

4. **Tuff**

   Adalah endapan dari abu gunung api yang telah mengalami konsolidasi dengan kandungan abu mencapai 75 %.

Macamnya :

- Tuff lapilli (lapili tuf)
- Tuff aglomerat (agglomerat tuff)
- Tuff breksi piroklastik (pyroclastic breccia tuff)

BATUAN AKIBAT LITHIFIKASI ENDAPAN PIROKLASTIK ALIRAN

1. **Ignimbrit *(ignimbrite)***

   Adalah batuan yang disusun dari endapan material oleh aliran abu. Material – material ini dominan terdiri dari pecahan-pecahan gelas dan pumice yang dihasilkan oleh buih-buih magma asam.

2. **Breksi aliran piroklastik *(pyroclastic flow breccia).***

   Adalah breksi yang dominan disusun oleh fragmen yang runcing serta ditransport oleh glowing avalance (akibat aliran awan panas).

3. **Vitrik tuff**

   Adalah batuan yang dihasilkan dari endapan piroklastik aliran terdiri dari fragmen abu dan lapilli, telah mengalami lithifikasi dan belum terelaskan.

4. **Welded tuff.**

   Adalah batuan piroklastik hasil dari piroklastik aliran yang telah terlitifikasi dan merupakan bagian dari ignimbrit (istilah yang dipakai di A.S dan Australia)

BEBERAPA MEKANISME PEMBENTUKAN ENDAPAN PIROKLASTIK

1. **Endapan piroklastik jatuhan *(pyroclastic fall).***

   Yaitu onggokan piroklasti yang diendapkan melalui udara. Umumnya berlapis baik, struktur butiran bersusun, meliputi : breksi piroklastik, aglomerat, lapilli, tuff.

2. **Endapan piroklastik aliran *(pyroclastic flow).***

   Yaitu material hasil langsung dari pusat erupsi kemudian teronggukan pada suatu tempat. Meliputi :hot avalance, glowing avalance, lava collapse avalance, hot ash

avalance. Umumnya suhu tinggi 500-650 derajat. Endapan mengisi cekungan morfologi.

3. Endapan piroklastik surge *(pyroclastic surge).*

Yaitu suatu awan campuran dari bahan padat dan gas (uap air) yang mempunyai rapat massa rendah dan bergerak dengan tinggi secara turbulent di atas permukaan. Umumnya mempunyai pemilahan baik , berbutir halus dan berlapis baik.Mempunyai struktur primer : laminasi, perlapisan bergelombang hingga planar. Yang paling khas endapan ini mempunyai struktur silang siur, melensa dan bersudut kecil.

	Piroklastik Jatuhan	Piroklastik aliran
Sortasi	Sortasi baik *(well sorted)*	Sortasi buruk *(poorly sorted)*
Ketebalan lapisan	Teratur dan mengikuti permukaan yang ditutupi *(mantle bedding)*	Tidak teratur, menipis pada tinggian, menebal pada cekungan, menipis secara lateral terhadap batas saiuran
Gradasi dan	Lapisan massif jarang; gradasi	Lapisan massif. Gradasi

Tabe1.6. Perbedaan antara batuan piroklastik jatuhan dengan piroklastik aliran

5. CARA MENENTUKAN NAMA BATUAN PIROKLASTIK

Banyak para ahli membuat penentuan penamaan batuan piroklastik, diantara para ahli tersebut yang paling populer dan banyak dipakai referensi nya adalah cara penamaan batuan piroklastik oleh William , 1954 (untuk batu tuff , yaitu batuan piroklastik berukuran halus sampai sedang) dan oleh Fisher , 1966. (untuk batuan piroklastik yang berukuran halus / tuff sampai berukuran paling besar / bomb)

CARA MENENTUKAN NAMA BATUAN PIROKLASTIK : batu tuff

Penamaan menurut William dibawah ini berlaku untuk batuan piroklastik batu Tuff.

Beliau membagi batu tuff menjadi 3 berdasarkan kandungan prosentase dari mineral gelas , fragmen kristal dan fragmen lithic (batuan) yang terdapat dalam batu tuff tersebut. Lihat gambar segi tiga sama sisi dibawah ini , dari gambar tersebut harga sudut masing masing (glass , crystal , lithic) adalah 100% , adapun garis didepan masing masing sudut tersebut harganya 0%. Dengan kata lain harga jarak dari masing masing sudut ke garis didepan sudut itu adalah 100%.

Dari sample batu tuff yang kalian amati prosentasekanlah komposisi dari glass , crystal dan lithic yang terdapat dalam batu tuff tersebut.

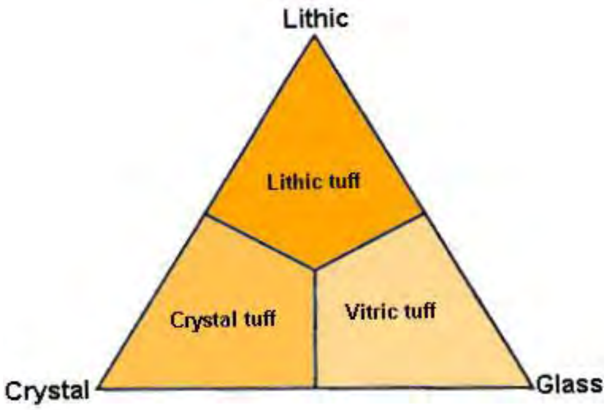
Kemudian masukkanlah harga tersebut kedalam masing masing komponen.

Titik perpotongan dari prosentase komponen batu yang kalian amati itu lah nama batu tuff tersebut dengan di cocokkan sesuai gambar.

Contoh soal : dari sample batu tuff yang diamati di laboratorium batuan smkn 2 depok

Diketahui : komposisi mineral gelasnya 27% , komposisi kwarsa 12%, hornblenda 5% biotit 6% dan lithic 50 %. Apa nama batu tuff tersebut ?

Jawaban : dari perpotongan harga garis ketiga komponen tersebut , titik potong nya terletak pada bidang lithic tuff . Sehingga nama batu tuff yang diamati adalah batu Lithic tuff. (lihat gambar segi tiga dari William dibawah ini).



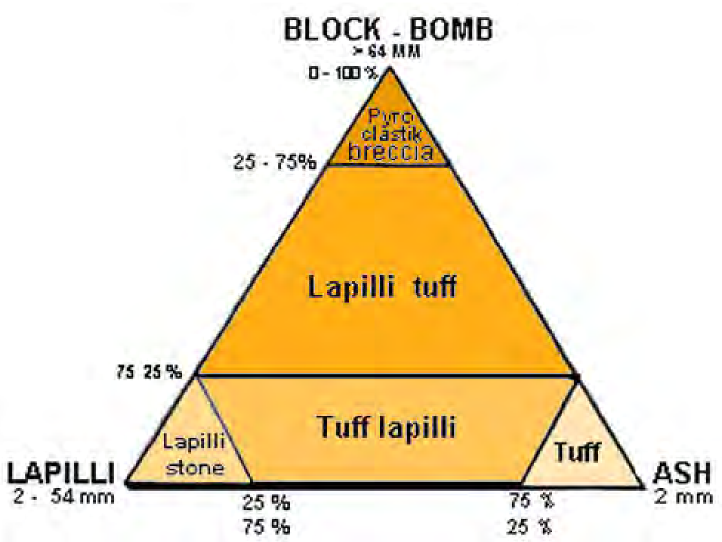
Gambar 1..31. segitiga tuff berukuran debu sampai pasir dari William, 1954 vide Pen. 2007

Cara menentukan nama batuan Piroklastik yang berukuran halus sampai berukuran paling besar (berukuran Tuff sampai berukuran Bomb).

Pada prinsipnya cara menentukan nama batuan yang berukuran dari tuff sampai bomb ini adalah sama persis dengan cara menentukan batuan piroklastik menurut William ,

perbedaannya adalah kalau William , komponen yang dipakai dalam segi tiga adalah komposisi penyusun batuan (glass , crystal dan lithic) , sedangkan segi tiga menurut Fisher disini komponen yang dipakai adalah berdasar ukuran butir dari batu piroklastik yang kita amati , yaitu komponen berukuran Ash (2mm) , berukuran Lapilli (2mm – 54 mm) dan komponen berukuran Block – Bomb (> 64 mm)

Lihat gambar dibawah ini



Gambar 1.32. segitiga tuff berukuran debu sampai bomb Fisher , 1966 vide Pen. 2007

Evaluasi :

1. Jelaskan mengenai difinisi batuan piroklastik !
2. Menurut kalian, batuan piroklastik termasuk kedalam batuan beku ataukah batuan sedimen ? Sebutkan alasanmu !
3. Sebutkan dasar klasifikasi dari batuan piroklastik yang kalian ketahui !
4. Dari pengamatan batuan piroklastik, diketahui material berukuran debu 35% , berukuran Lapilli 348% serta berukuran bomb 17%. Apakah nama batuan Piroklastik tersebut ?

F. PETROGENESA BATUAN BEKU

Petrogenesa adalah bagian dari petrologi yang menjelaskan seluruh aspek terbentuknya batuan mulai dari asal-usul atau sumber, proses primer terbentuknya batuan hingga perubahan-perubahan (proses sekunder) pada batuan tersebut. Untuk batuan beku, sebagai sumbernya adalah magma. Proses primer menjelaskan

rangkaian atau urutan kejadian dari pembentukan berbagai jenis magma sampai dengan terbentuknya berbagai macam batuan beku, termasuk lokasi pembekuannya.

Setelah batuan beku itu terbentuk, batuan itu kemudian terkena proses sekunder, antara lain berupa oksidasi, pelapukan, ubahan hidrotermal, penggantian mineral (***replacement***), dan malihan, sehingga sifat fisik maupun kimiawinya dapat berubah total dari batuan semula atau primernya.

Berhubung proses petrogenetik tersebut sebagian besar berlangsung lama (dalam ukuran waktu geologi), dan umumnya terjadi di bawah permukaan bumi, sehingga tidak dapat diamati langsung, maka analisis atau penjelasannya bersifat interpretatif.

Pembuktian mungkin dapat ditunjukkan berdasar hasil-hasil eksperimen di laboratorium, sekalipun hanya pada batas-batas tertentu.

Analisis interpretatif tersebut tetap didasarkan pada data obyektif atau deskriptif hasil pemerian yang meliputi warna, tekstur, struktur, komposisi mineral dan kenampakan khusus lainnya.

Dengan demikian studi petrogenesa pada prinsipnya untuk mencari jawaban atau penjelasan terhadap pertanyaan “Mengapa” (*Why*) dan “Bagaimana” (*How*) terhadap data pemerian batuan.

Misalnya, mengapa batuan beku luar bertekstur gelasan dan berstruktur vesikuler, sedang batuan beku dalam bertekstur kristalin dan berstruktur masif.

Mengapa basal berwarna gelap sedang pegmatit berwarna cerah ?

Bagaimana kejadiannya olivin dapat muncul bersama kuarsa dan biotit di dalam satu batuan? Bagaimana terbentuknya andesit dari basal dan riolit ?

Menurut penulis, maka paling mudah digunakan untuk mencari nama batuan bagi siswa siswa SMK jurusan Geologi Tambang, adalah dengan menggunakan Tabel Klasifikasi dari Walter T. Huang (1962) yang secara rinci nanti akan diuraikan bagaimana cara penggunaan nya dalam penamaan batu an yang akan dicari namanya.

Dari seluruh uraian batuan beku tersebut diatas, maka selanjutnya kita akan membahas apa dan bagaimana kita dalam praktikum mendiskripsi kan suatu batuan beku sampai kita dapat memberi nama batu yang kita diskripsikan dan dapat pula menceritakan Petrogenesa (sejarah terbentuknya) batuan beku tersebut.

1. Analisis pada batuan beku

Apa saja yang kalian analisis dalam mendiskripsi suatu batuan beku ?

Batuan beku yang ada didunia ini tampak sangat beragam warna dan kenampakkannya, sehingga sekilas apabila kita belum mengetahui kunci nya akan sangat sulit untuk menentukan jenis dan nama masing masing batuan beku yang beragam itu.

Tetapi hal itu menjadi mudah apabila anda telah membaca dan memahami buku ini dengan seksama **.**

Dalam mendiskripsi suatu batuan beku, langkah kerjanya adalah sebagai berikut :

1. Amati warna dari batuan tersebut
2. Amati Struktur dari batuan tersebut
3. Amati dan pisahkan antara Fenokris dan Massa dasar yang ada dalam batu tersebut, untuk selanjutnya dihitung porsentasi Fenokris dan massa dasarnya.
3. Amati Tekstur dari batuan tersebut
4. Amati komposisi mineralnya dan hitunglah persentasenya
5. Gunakan tabel Walter T. Huang (1962) untuk mencari nama batu tersebut.
6. Tuliskan petrogenesa nya.

1. Warna dari batuan beku

Warna dari batuan beku bisa putih, pink, abu abu terang, abu abu gelap, kehijauan ataupun hijau gelap ,hitam gelap.

Warna yang dipakai adalah warna yang terlihat dominan di batu itu. Warna dari batu tersebut adalah ceminan dari mineral mineral didalamnya (ingat difinisi batu adalah merupakan kumpulan dari mineral mineral).

Warna batu yang cerah atau terang maka komposisi mineralnya banyak didominasi oleh mineral mineral Felsic sehingga jenisnya dapat diprediksi kan sebagai batuan beku asam ataupun batuan beku piroklastik, sedangkan warna batu yang gelap maka komposisinya banyak didominasi oleh mineral mineral Mafic sehingga dapatlah diprediksikan sebagai batuan beku basa atau ultra basa, sedangkan warna campuran antara mineral Felsic dan mineral Mafic dalam jumlah relative seimbang akan menjadikan batu tersebut berwarna cenderung abu abu terang atau abu abu gelap , sehingga dapatlah diprediksikan sebagai batuan beku menengah atau jenis batuan beku intermediate.

Mengapa dari warna hanya dapat diprediksikan saja ? mengapa tidak pasti ? Sehingga dapat muncul satu batu mempunyai dua atau lebih nama ?Karena

tidaklah cukup kita memastikan nama batu hanya dari warnanya saja, tetapi juga harus didukung oleh tekstur dan prosentase mineral yang terdapat dalam batu tersebut.

Cara kerja menentukan warna pada batuan beku :

- Amati warna yang dominan batuan beku yang ada dan tentukan warnanya , warna tidak selalu satu warna , tetapi bisa campuran, misal putih kecoklatan dan seterusnya.
- Tulislah di lembar diskripsi mu

2. Struktur batuan beku

Struktur batuan beku adalah bentuk batuan beku dalam skala besar, seperti struktur lava bantal yang terbentuk di laut , struktur aliran dan lain lainnya. Bentuk struktur batuan sangat erat dengan waktu terbentuknya .

Dibawah ini adalah macam – macam struktur batuan beku :

- Struktur Masif apabila batu itu tidak menunjukkan adanya sifat aliran atau lubang bekas keluarnya gas dan juga tidak ada xenolit .
- Struktur Xenolit apabila batu yang kita amati didalam terdapat fragmen batu lain yang masuk (batu di dalam batu) akibat peleburan yg kurang sempurna .
- Struktur Vesikuler apabila batu yg kita amati tampak berlubang lubang dengan arah yang teratur. Lubang ini terbentuk akibat bekas keluarnya gas.
- Struktur Scoria apabila batu yg kita amati tampak berlubang lubang tetapi dengan arah yang tidak teratur .
- Struktur Amigdaloidal apabila batu yg kita amati tampak berlubang lubang tetapi lubang lubang itu telah terisi oleh mineral sekunder seperti mineral Zeolit mineral karbonat dan bermacam mineral silika .
- Struktur Pillow lava atau lava bantal ,seperti bantal guling (terlihat dilapangan)
- Struktur Joint apabila batu yg kita amati tampak rekah rekah yang tersusun secara tegak lurus arah aliran (disebut columnar joint atau kekar meniang dan disebut sheeting joint apabila bentuknya horizontal searah aliran magma.)

Dari bermacam struktur itu yang dapat diamati di laboratorium dengan handspecimen (contoh sebesar tangan) hanyalah struktur masif, vesikuler, scoria dan amigdaloidal

saja. Selebihnya akan lebih baik bila diamati dilapangan langsung, dengan bimbingan guru.

Cara kerja menentukan Struktur pada batuan beku :

- Amati tubuh batuan beku yang ada, apakah massif , apakah ada lubang lubangnya dan sebagainya lalu tentukan nama strukturnya
- Tulislah di lembar diskripsi mu

Dibawah ini gambar ilustrasi dari jenis jenis struktur pada batuan beku



Gambar 1.33. Struktur masif pada batuan beku pegmatite



Gambar 1.34. Struktur Xenolith (batu didalam batu)pada batuan beku. Perhatikan batu berwarna kehijauan yang tertanam dalam batuan berwarna kehitaman .



Gambar 1.35. Struktur Vesikuler pada batuan beku. Perhatikan lubang lubangnya yang teratur



Gambar 1.36. Struktur Scoria pada batuan beku. Perhatikan lubang lubangnya yang tidak teratur.



Gambar 1.37. Struktur Amigdaloidal pada batuan beku. Perhatikan lubang lubangnya terisi silika.



Gambar 1.38. Struktur Lava Bantal pada batuan beku . Perhatikan bentuknya seperti gambar.



Gambar 1..39. Struktur Columnar Joint pada batuan beku. Perhatikan bentuknya seperti tiang.

3. Tekstur batuan beku

Tekstur batuan beku adalah : hubungan antara massa mineral dengan massa gelas yang membentuk massa yang merata dalam batuan itu .

Selama pembentukan tekstur maka akan tergantung pada kecepatan dan orde kristalisasi

Kecepatan mengkristal dan orde kristalisasi suatu magma sangat tergantung pada temperatur , komposisi kandungan gas dalam magma itu , viscositas (kekentalan) dari magma dan tekanan . (ingat pelajaran mengenai magma yang lalu).

Dengan demikian tekstur yang ada dalam batuan itu dapatlah menceritakan sejarah pembentukan batuan beku itu .

Contoh suatu batuan dengan mineral yang besar besar dan berukuran relatif sama dan bentuk mineral yang euhedral atau bentuk mineralnya baik maka dapat menceritakan bahwa batu itu terbentuk dari magma yang cukup kental, dengan temperature tinggi tapi pendinginan nya lambat , juga tekanannya tinggi serta terbentuk secara perlahan lahan dan tidak banyak mengandung gas , dijumpai pada batuan plutonik .

Sedangkan apabila kebalikkannya maka banyak dijumpai pada batuan ekstrusif dan intrusif dangkal .

Macam-Macam Tekstur Batuan Beku

1. Tekstur Umum Batuan Beku

Tekstur batuan beku terdiri dari :

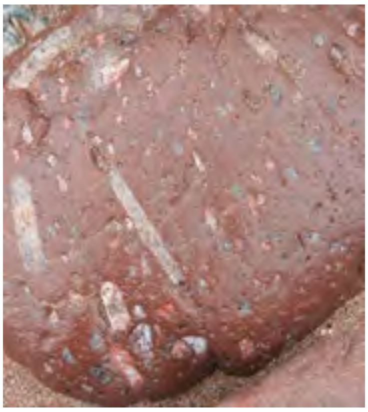
1. Derajad kristalisasi (*degree of crystallinity*)
2. Ukuran mineral (*grain size*) atau granulitas
3. Kemas (*fabric*) atau hubungan antar unsur unsur tersebut.

1. DERAJAD KRISTALISASI (*degree of crystallinity*)

Merupakan proporsi / perbandingan antara massa kristal dan massa gelas dalam batuan yang diamati . Dikenal 3 klas derajad kristalisasi yaitu :

- Apabila batuan seluruhnya tersusun oleh massa kristal maka disebut **Holokristalin**
- Apabila batuan tersusun oleh massa kristal dan massa gelas maka disebut **Hipokristalin**

- Apabila batuan seluruhnya tersusun oleh massa gelas maka disebut **Holohyalin**


Gambar1.40. Tekstur batuan beku ki-ka (Holokristalin -Hipokristalin – Holohyalin)

2. GRANULARITAS

Granularitas merupakan ukuran butir kristal dalam batuan beku dapat sangat halus sampai sangat kasar. Granularitas ada dua yaitu Fanerik dan Afanitik .

- FANERIK : ialah apabila ukuran individu mineral halus sampai sangat kasar
  - ✓ Fanerik halus ukuran diameter kristal < 1mm
  - ✓ Fanerik sedang ukuran diameter kristal 1 mm - 5 mm
  - ✓ Fanerik kasar ukuran diameter kristal 5 mm - 30 mm
  - ✓ Fanerik sangat kasar ukuran diameter kristal > 30 mm



Gambar 1. 41. batuan dengan tekstur Fanerik.

- AFANITIK : ialah apabila ukuran individu mineral sangat halus , sehingga sulit dilihat dengan mata telanjang. Batuan dengan tekstur afanitik dapat tersusun oleh massa kristal, massa gelas atau keduanya



Gambar 1.42. batuan dengan tekstur Afanitik

3. **KEMAS (fabric)** atau hubungan antar unsur unsur tersebut .

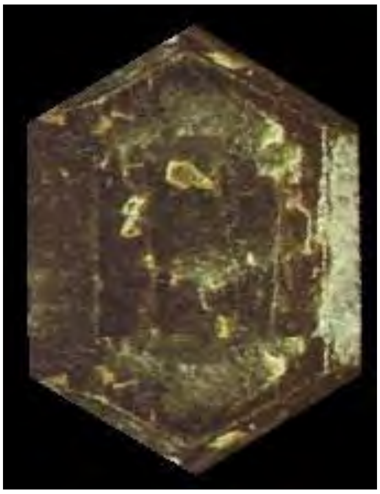
   Kemas atau fabric ada dua yaitu meliputi :

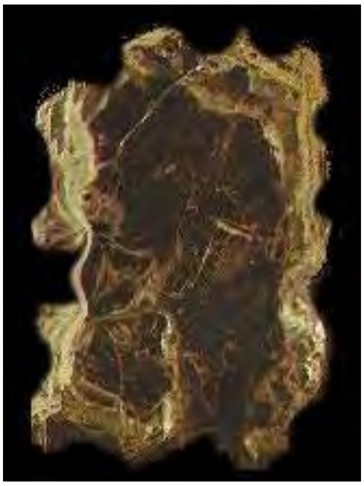
   1. Bentuk butir dari mineral mineral didalam batuan beku dan
   2. Relasi atau hubungan antar kristal satu dengan lainnya dalam satu batuan

1. Bentuk butir mineral

Secara pandangan **dua dimensi** dikenal tiga macam bentuk butir , yaitu :

- ✓ Euhedral : apabila bentuk kristal dari butiran mineral mempunyai bidang kristal yang sempurna.
- ✓ Subhedral : apabila bentuk kristal dari butiran mineral dibatasi oleh <u>sebagian</u> bidang kristal yang sempurna .
- ✓ Anhedral : apabila bentuk kristal dari butiran mineral dibatasi oleh bidang kristal yang semua tidak sempurna .





Gambar 1.43. : Bentuk Euhedral Bentuk Subhedral Bentuk anhedral

Secara pandangan **tiga dimensi** dikenal tiga macam bentuk butir , yaitu :

- ✓ Equidimensional : apabila bentuk kristal ke 3 dimensinya sama panjang
- ✓ Tabular : apabila bentuk kristal dua dimensi lebih panjang dari 1 dimensi lain.
- ✓ Irregular : apabila bentuk kristal tidak teratur

- RELASI

  Merupakan hubungan antara kristal satu dengan lainnya dalam suatu batuan . Hubungan antara kristal ini dari segi ukurannya dikenal ada dua yaitu : Granular atau Equigranular dan Inequigranular

- ✓ GRANULAR atau EQUIGRANULAR , apabila mineral yang ada dalam batuan, ukurannya relatif seragam tetapi bentuknya beda , ini dibagi dalam 3 , yaitu :

1. Panidiomorfik Granular

   Yaitu sebagian besar mineral dalam batuan itu berukuran relatif seragam dan bentuknya euhedral

2. Hipidiomorfik Granular

   Yaitu sebagian besar mineral dalam batuan itu berukuran relatif seragam dan bentuknya subhedral

3. Allotriomorfik Granular

   Yaitu sebagian besar mineral dalam batuan itu berukuran relatif seragam dan bentuknya anhedral



Tekstur Panidiomorfik granular



Tekstur Hipidiomorfik granular



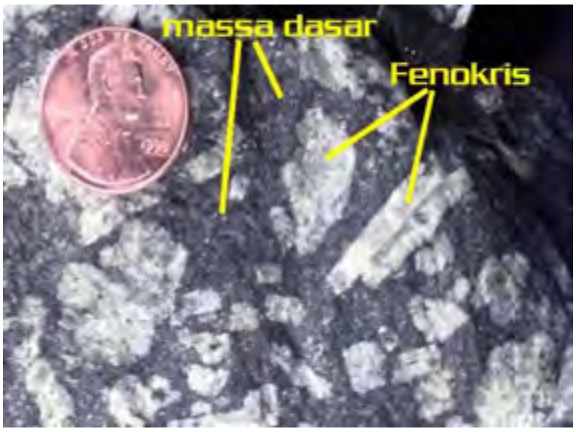
Tekstur Allotriomorfik granular

Gambar 1 .44. Tekstur batuan beku Granular atau Equigranular

- ✓ **INEQUIGRANULAR** , apabila mineral yang ada dalam batuan itu berukuran tidak seragam / tidak sama besar .

  Inequigranular dibagi 2 , yaitu :

  1. Porfiritik atau Porfiro Afanitik : yaitu tekstur batuan beku dimana dalam batuan itu kristal kristal yang berukuran besar (disebut “fenokris”) tertanam dalam masa dasar kristal kristal yang berukuran lebih kecil .
  2. Vitrovirik : yaitu apabila fenokris tertanam dalam massa dasar gelas





Batuan dengan Tekstur Inequigranular Porfiritik




Batuan dengan Tekstur Inequigranular Vitrovirik

Gambar 1.45. Tekstur batuan beku Inequigranular

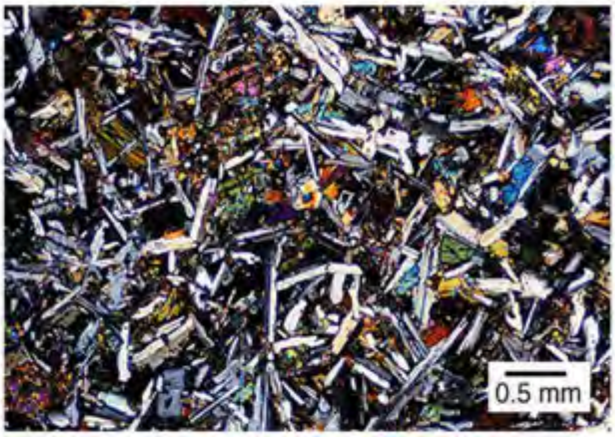
2. Tekstur Khusus pada Batuan Beku

Disamping tekstur yang telah disebutkan tadi masih terdapat tekstur lain, yang umum disebut sebagai tekstur khusus. Tekstur khusus ini akan lebih jelas apabila diamati dibawah mikroskop polarisasi dengan perbesaran 40 atau 100 kali.

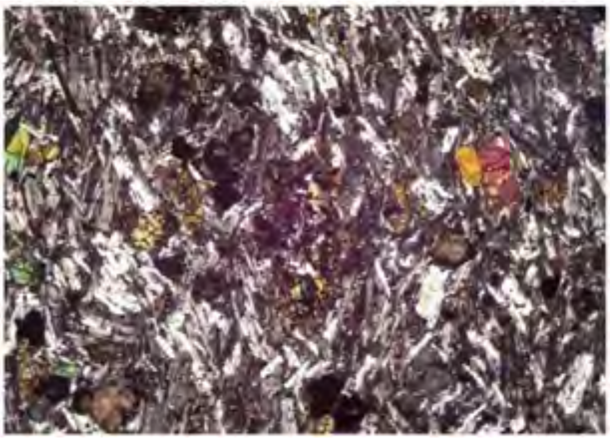
Tekstur khusus tsb. antara lain :

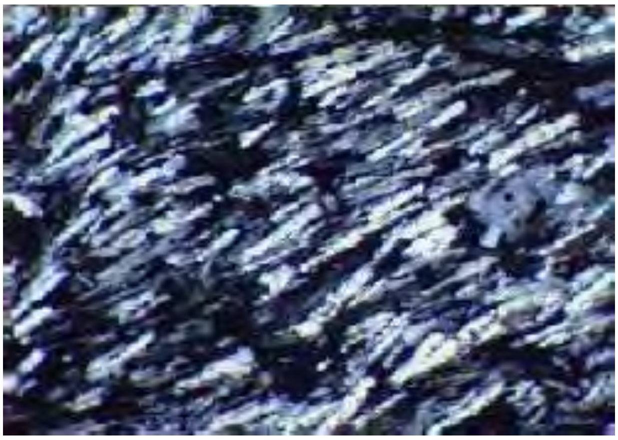
- Tekstur Diabasik : yaitu tekstur dimana plagioklas tumbuh bersama dengan piroksin. Disini piroksin tidak terlihat jelas dan plagioklas radier terhadap plagioklas.
- Trachytic (pilotaxitic), tekstur yang umum pada batuan vulkanik, berupa mikrolit yang membentuk orientasi tertentu, karena dihasilkan oleh mekanisme aliran.
- Orthophyric : jika massadasar berupa feldspar yang bentuknya gemuk, siku-siku.
- Cumulophyric : jika fenokris mengelompok/berkumpul
- Ophitic dan subophitic, merupakan tekstur yang khas pada kelompok gabro, basalt,terutama diabas. Merupakan intergrowth antara piroksen dan plagioklas.
  - Ophitic , Jika mineral plagioklas dilingkupi oleh mineral piroksen
  - Subophitic , Jika mineral piroksen dilingkupi oleh mineral plagioklas
- Tekstur graphic , merupakan tekstur yang sering ada pada batuan beku yang kaya silika,terutama granit, pegmatit, dimana mineral kuarsa tumbuh bersama dengan alkali feldspar.
- Intergranular /intersertal, banyak dijumpai pada batuan lava dan hipabisal, khususnya basalt dan diabas. Celah-celah sudut mineral feldspar ditempati oleh mineral ferromagnesian (olivin,piroksen, bijih besi) atau gelas, mineral sekunder, serpentin, chlorit dll.
- Granophyric / micrographic, merupakan tekstur intergrowth antara mineral kuarsa dengan feldspar, tetapi dengan ukuran yanglebih halus.Terdapat pada batuan applite.





Tekstur khusus Diabasik





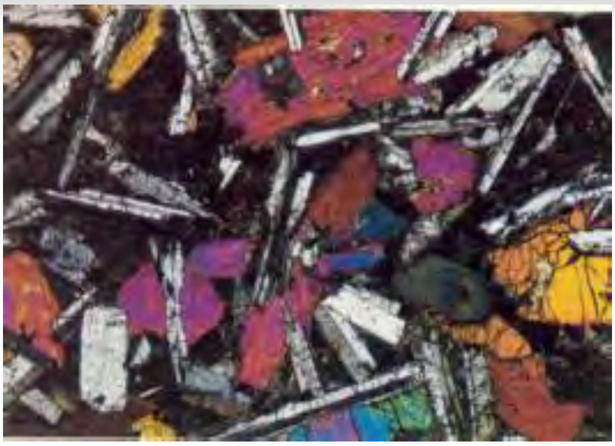
Tekstur khusus Trakhitik



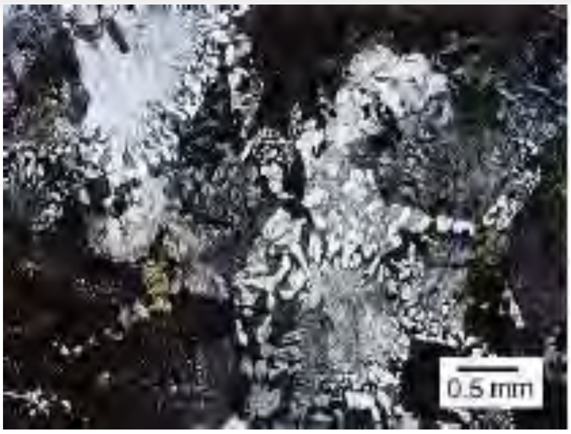


Tekstur khusus Kumolofirik

Tekstur khusus Ophitik



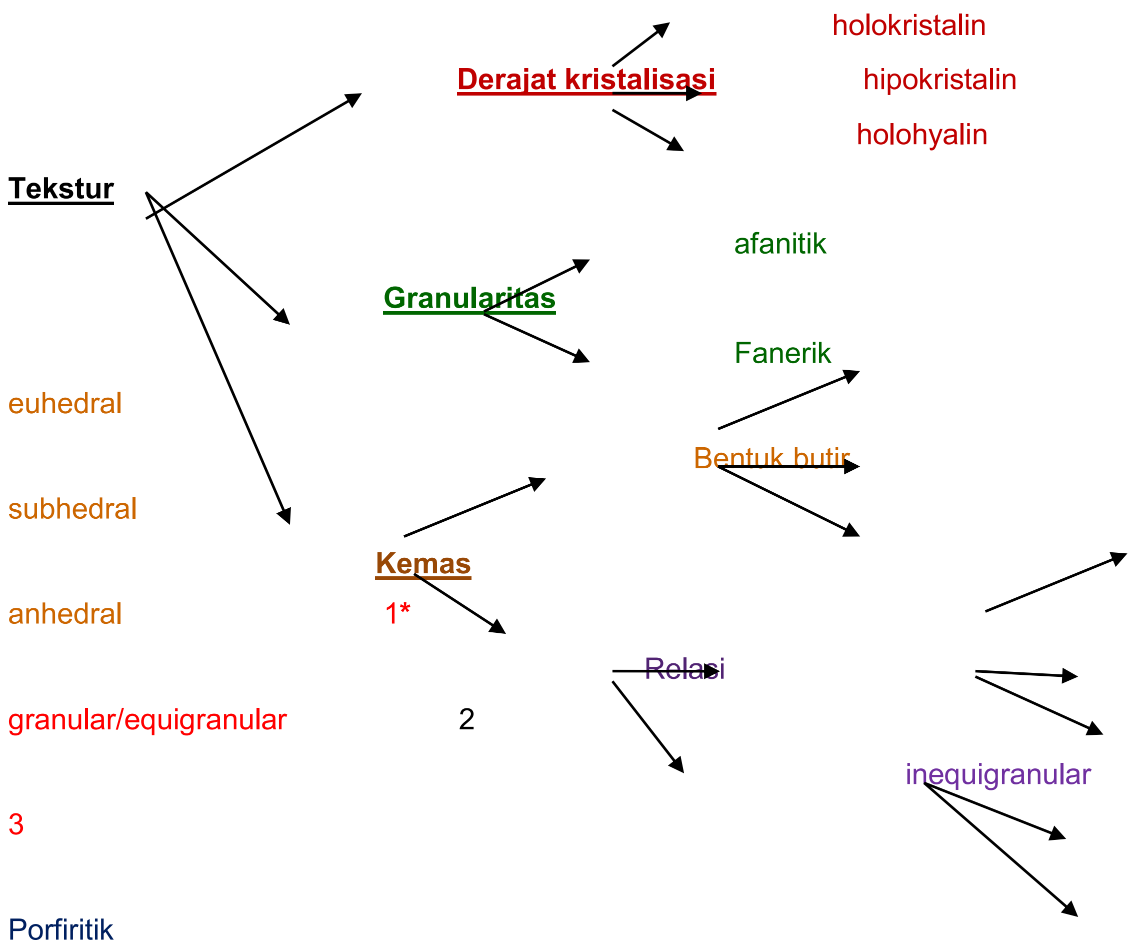
Tekstur khusus Intersertal



Tekstur khusus Graphic

Gambar 1.46. Tekstur khusus batuan beku

1.47. Skema Pembagian Tekstur pada batuan beku :



Fitrofirik

1 * Panidiomorfik granular   2* Hipidiomorfik granular   3* Allotriomorfik granular

Tekstur khusus

Diabasik : tekstur plagioklas tumbuh bersama dengan piroksen, disini piroksen tidak terlihat jelas dan plagioklas radier ter hadap piroksin

Trakhitik : tekstur di mana ruang antar Kristal – kristal plagikolas ditempati oleh Kristal –kristal piroksen, olivine, atau bijih besi

CARA KERJA UNTUK MENENTUKAN TEKSTUR BATUAN :

- Amati proporsi atau perbandingan massa kristal dan massa gelas dalam batuan tersebut (apakah termasuk Holokristalin, Hipokristalin atau Holohyalin ?)
- Amati Granularitasnya (apakah Afanitik atau Fanerik) Apabila Fanerik , maka berapa mm kisaran ukuran rata rata mineralnya? Apabila sudah ketemu harganya , tentukan termasuk ke dalam Fanerik halus, sedang atau kasar atau sangat kasar ?
- Amati Kemasnya , meliputi bentuk butirnya (apakah euhedral, subhedral atau anhedral) dan bagaimana hubungan antar butir mineralnya dan bagaimana bentuk mineralnya .

  Awalnya tentukan dahulu Granular atau Inequigranular (butir mineralnya berukuran sama besar atau tidak sama besar). Dilanjutkan dengan mengamati bentuk mineralnya , sehingga akan ketemu (misal ukuran mineralnya relative sama besar dan bentuk mineralnya euhedral akan ketemu Panidiomorfik granular , jika bentuk mineralnya subhedral maka akan disebut Hipidiomorfik granular atau Allotriomorfik granular bila bentuk mineralnya anhedral).

Tetapi apabila dalam pengamatan kalian ternyata ukuran mineralnya relative tidak sama besar maka akan disebut ber tekstur Porfiritik atau Vitrofirik). Sehingga dalam pengamatan kalian, akan mengetahui tekstur dari batuan tsb .

Contoh : dari pengamatan sampel batuan maka Tekstur batuannya ketemu : Holokristalin, Fanerik sedang , Panidiomorfik granular

- Lalu tuliskan ke dalam lembar diskripsimu.

2. KOMPOSISI MINERAL DALAM BATUAN BEKU

Berdasarkan mineral penyusunnya batuan beku dapat dibedakan menjadi 4 yaitu:

· *Kelompok Granit – Riolit*,

Berasal dari magma yang bersifat asam, terutama tersusun oleh mineral-mineral kuarsa ortoklas, plaglioklas Na, kadang terdapat hornblende, biotit, muskovit dalam jumlah yang kecil.

· *Kelompok Diorit – Andesit,*

Berasal dari magma yang bersifat intermediet, terutama tersusun atas mineral-mineral plaglioklas, Hornblande, piroksen dan kuarsa biotit, orthoklas dalam jumlah kecil

· *Kelompok Gabro – Basalt,*

Tersusun dari magma yang bersifat basa dan terdiri dari mineral-mineral olivine,plaglioklas Ca,piroksen dan hornblende.

· *Kelompok Ultra Basa,*

Tersusun oleh olivin dan piroksen.mineral lain yang mungkin adalah plaglioklas Ca dalam jumlah kecil.

Pengamatan Komposisi mineral pada batuan beku

Definisi mineral sudah dikuasai siswa saat pemelajaran dan praktikum mineralogi begitu pula jenis jenis dan nama nama mineral sudah dikuasai siswa pula pada praktikum mineralogi tersebut, sehingga dalam penentuan komposisi mineral dalam batuan ini sifatnya hanya mengingatkan saja. Perlu diperhatikan oleh kalian bahwa batuan dengan mineral mineral yang kalian amati itu harus dihitung persentasenya, karena besar kecilnya persentase itu akan menentukan nama batuan yang kalian amati. Mineral yang menentukan dalam penamaan batuan beku adalah mineral mineral utama saja, adapun mineral sekunder dan mineral tambahan tidak mempengaruhi nama batuannya.

KOMPOSISI MINERAL

Menurut ahli Walter T. Huang, 1962. Komposisi mineral dalam suatu batuan beku dapat dikelompokkan kedalam tiga kelompok mineral, yaitu kelompok Mineral Utama, kelompok Mineral Sekunder dan kelompok Mineral Tambahan atau biasa disebut Accessory Mineral.

1. Kelompok Mineral Utama

   Kelompok mineral utama ini terbentuk langsung dari kristalisasi magma dan kehadirannya dalam batuan akan sangat menentukan dalam penamaan batuan yang didiskripsi. Berdasarkan warna dan densitas nya maka mineral dalam kelompok utama ini dibagi menjadi dua kelompok , yaitu kelompok mineral FELSIC dan kelompok mineral MAFIC.

- **Kelompok mineral FELSIC** (mineral berwarna terang , dengan densitas rata- rata 2,5 - 2, 7), yaitu :

  - Mineral Kwarsa ($Si\ O_2$)
  - Feldspar grup , yang terdiri dari kelompok Alkali Feldspar (terdiri dari mineral sanidin , mineral an orthoklas , mineral orthoklas , mineral adularia , dan mineral mikroklin)
  - Feldsfatoid grup , (Na, K, Alumina silikat) terdiri dari mineral nefelin mineral sodalit dan mineral Leusit
  - Kelompok Seri Plagioklas (terdiri dari mineral Anortit, mineral Bytownit, mineral Labradorit , mineral Andesin , mineral Oligoklas dan mineral Albit)

- **Kelompok mineral Mafic** (mineral mineral feromagnesia dengan warna-warna gelap dan densitas rata rata 3,0 - 3, 6 , yaitu :
  - Olivin grup (Fayalite dan Forsterite)
  - Piroksin grup (Enstatite , Hiperstein , Augit , Pigeonit , Diopsid)
  - Mika grup (Biotit , Muscovit , Plogopit)
  - Amphibole grup (Anthofilit , Cumingtonit , Hornblenda , Rieberckit ,Tremolite , Aktinolit , Glaucofan)

2. **Kelompok Mineral Sekunder**

Merupakan mineral mineral ubahan dari mineral utama, dapat dari hasil pelapukan, reaksi hidrothermal maupun hasil metamorfisme terhadap mineral mineral utama. Dengan demikian mineral mineral ini tidak ada hubungannya dengan pembekuan magma (non pyrogenetik) .

Mineral sekunder terdiri dari :

- Kelompok Kalsit (mineral kalsit , dolomit , magnesit , siderit) dapat juga terbentuk dari hasil ubahan mineral Plagioklas grup .
- Kelompok Serpentin (Antigorit dan Krisotil) umumnya terbentuk dari hasil ubahan mineral mafic terutama kelompok olivin dan piroksin .
- Kelompok Klorit (Proklor ,Penin ,Talk) , umumnya terbentuk dari hasil ubahan mineral kelompok plagioklas grup
- Kelompok Serisit (lempung) sebagai ubahan dari mineral plagioklas
- Kelompok Kaolin (Kaolin ,Haloysite) umumnya ditemukan sebagai hasil ubahan batuan beku .

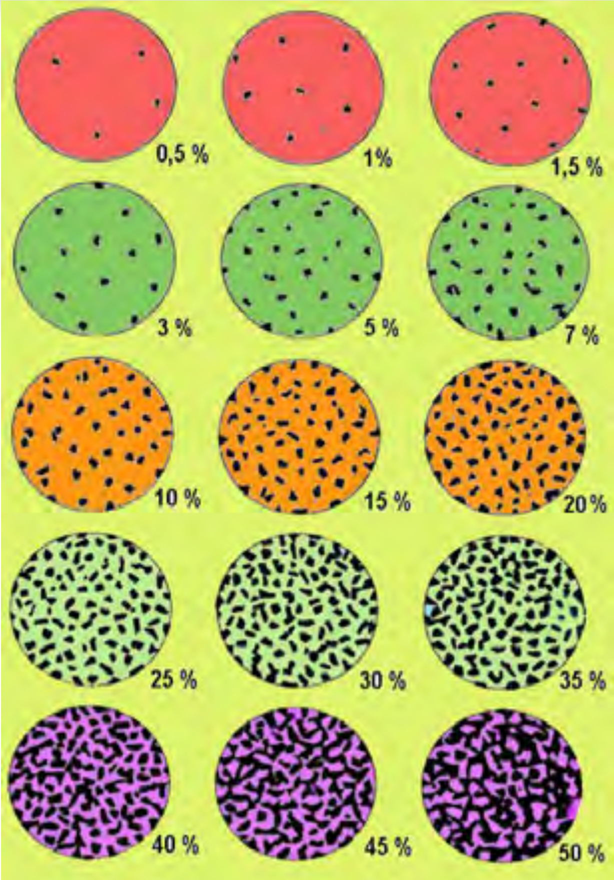
3. **Kelompok Mineral Tambahan (Accesory Mineral)**

Merupakan mineral mineral yang terbentuk pada kristalisasi magma , pada umumnya terdapat dalam jumlah yang sedikit dalam batuan . Walaupun kehadirannya misalkan cukup banyak tetapi tidak akan mempengaruhi penamaan batuan yang didiskripsi. Yang termasuk kedalam golongan mineral tambahan ini adalah : mineral Hematit, Kromit , Sphene , Rutile , Magnetit , Apatit , Zeoloit) .

NAMA MINERAL	WARNA	BENTUK DAN PERAWAKAN KRISTAL	BELAHAN	KETERANGAN SIFAT KHUSUS
Olivin	hijau	tidak teratur, membutir, masif	tak sempurna	kilap kaca
Piroksen	hijau tua	prismatik pendek, masif, membutir	2 arah saling tegak lurus	kilap kaca, permukaan halus
Amfibol (Hornblende)	hitam, coklat	prismatik panjang, menyerat, membutir	2 arah, membentuk sudut	kilap arang
Biotit	hitam, coklat	tabular, berlembar (memika)	2 arah	kilap kaca
Alkalifelspar	merah jambu, putih	prismatik/tabular panjang, masif, membutir	2 arah	kilap kaca/lemak
Plagioklas	putih susu, abu-abu	prismatik/tabular panjang, masif, membutir	3 arah	kilap kaca/lemak
Muskovit	putih, transparan	tabular, berlembar (memika)	1 arah	kilap kaca/mutiara sering terdapat dalam granit pegmatit
Kuarsa	tidak berwarna, putih abu	tidak teratur, masif, membutir	tidak ada	kilap kaca/lemak
Kalsit	tidak berwarna, putih	rhombohedral, masif, membutir	sempurna	membuih bila ditetes HCl, kilap kaca
Klorit	hijau	berlembar (memika)	sempurna	umum pada batuan metamorf
Serisit	tak berwarna putih	tabular, berlembar	sempurna	kilap kaca
Asbes	putih	masa fibre asbestos, menyerat		terutama tersusun atas antofilit
Garnet	coklat merah	poligonal, membutir	tidak ada	kilap kaca/mutiara
Halite	tak berwarna, putih, merah	kubus, masif, membutir	sempurna	sebagai garam evaporit
Gypsum	tak berwarna, putih	mendapan, membutir, menyerat	sempurna	lembar-lembar tipis terjadi dari evaporit
Anhidrit	putih, abu-abu, biru pucat	masif, membutir	sempurna	karena evaporit (umumnya)

Tabel 1.7. Pengenalan Mineral

Cara menghitung persentase kandungan mineral di dalam suatu batuan adalah dengan melihat gambar : Persentase untuk perkiraan komposisi mineral berdasarkan volume. Seperti terlihat pada gambar dibawah .



Gambar1.48. Persentase untuk perkiraan komposisi mineral berdasarkan volume.

CARA KERJA UNTUK MENENTUKAN KOMPOSISI MINERAL DALAM SUATU BATUAN BEKU

1. Amati seluruh mineral yang ada dalam sampel batuan
2. Adakah yang termasuk ke dalam mineral utama, sekunder dan tambahan ?
3. Tuliskanlah nama-nama mineralnya berikut presentasenya dalam batuan yang diamati.
4. Selanjutnya hasil pengamatan dituliskan ke dalam lembar diskripsi komposisi batuan.

Evaluasi :

1. Sebutkan dan jelaskan 8 buah tekstur pada batuan beku !
2. Jelaskan perbedaan antara tekstur Porfitik dengan tekstur Porfiro afanitik !
3. Sebutkan dan jelaskan 5 struktur pada batuan beku !
4. Jelaskan dan berilah gambar bentuk mineral euhedral, subhedral dan anhedral !

5. Jelaskan mengapa mineral Kwarsa dipakai sebagai garis batas antara batuan beku asam dengan batuan beku intermediet !

2. CARA KERJA UNTUK MENENTUKAN JENIS DAN NAMA BATUAN BEKU

Cara menentukan jenis dan nama batuan beku yang dipakai ini adalah dengan mempergunakan tabel Determinasi Batuan Beku yang dibuat oleh ahli Walter T. Huang (1962) (lihat tabelnya pada halaman ….) , parameter yang dipakai dalam tabel tersebut :

- berdasarkan kandungan mineral kwarsa bebas atau silika dalam batuan itu.
- berdasarkan tekstur batuan yang diamati
- berdasarkan proporsi / perbandingan antara mineral ortoklas dengan plagioklas
- berdasarkan melimpahnya mineral piroksin , olivin dan hornblenda dalam batu itu

CARA KERJA UNTUK MENENTUKAN JENIS BATUAN BEKU

Cara kerja untuk menentukan jenis batuan beku , kalian cukup hanya berdasarkan kandungan mineralnya saja dan proporsi dari mineral tersebut dalam batuan yang kita amati, yaitu sebagai berikut :

- Apabila mineral Kwarsa hadir dan mencapai 10 % atau lebih maka jenis batuan tersebut adalah Batuan Beku Asam.
- Apabila mineral Kwarsa hadir dan kurang dari 10 % , serta melimpahnya mineral ortoklas dan plagioklas asam (sodic) yang berwarna cerah , juga terlihat mineral hornblenda lebih banyak dibandingkan mineral olvin dan piroksin , maka jenis ba tuan tersebut adalah Batuan Beku Intermediate (menengah).
- Apabila mineral Kwarsa hadir dan kurang dari 10 % atau tidak ada sama sekali , serta melimpahnya mineral plagioklas basa (calsic) yang berwarna abu abu sampai abu abu gelap juga terlihat mineral olvin dan piroksin lebih banyak dibandingkan mineral hornblenda , maka jenis batuan tersebut adalah Batuan Beku Basa atau Ultra Basa.

Sampai disini ternyata tidak ada yang sulit dalam menentukan Jenis Batuan Beku, asalkan kalian hapal ciri ciri mineral Kwarsa, Orthoklas, Plagioklas asam, Plagioklas basa, Hornblende, Piroksin dan mineral Olivin serta dapat menghitung secara relatif persentasenya dalam batuan yang kalian amati .

3.CARA KERJA UNTUK MENENTUKAN NAMA BATUAN BEKU

Cara kerja untuk menentukan nama dari batuan beku langkah kerjanya sebagai berikut ini :

- Bukalah dan pahami cara membaca Tabel Determinasi Batuan Beku dari Walter T. Huang (lihat tabelnya di halaman diatas)
- Tentukan jenis batuannya dengan cara seperti tersebut diatas .
- Tentukan prosentase Kwarsa dari batuan yang kalian amati, apabila Kwarsa lebih dari 10% maka tabel yang kalian pakai hanyalah tabel dibagian kiri dari garis batas kwarsa (*Quarts Dividing Line*) sedangkan tabel yang di sebelah kanan Quarts Dividing Line kita tutup / kita abaikan. Begitu pula sebaliknya apabila Prosentase Kwarsa kurang dari 10% atau tidak ada sama sekali maka tabel di sebelah kiri Quarts Dividing Line kita tutup / kita abaikan .
- Tentukan proporsi atau perbandingan dari mineral ortoklas dengan mineral plagioklasnya, apakah prosentase dari :

  ortoklas > plagioklas ;

  ortoklas = plagioklas jumlah ;

  plagioklas > ortoklas ;

  Melimpahnya (chiefly) mineral plagioklas sodic nya atau

  Melimpahnya (chiefly) mineral ortoklas atau

  Melimpahnya (chiefly) mineral plagioklas calsic nya
- Selanjutnya kalian tentukan Tekstur dari batuan tersebut.

  Apakah tekstur dari batuan yang kalian amati ?

  Panidiomorfik Granular ? Porphiritic ? atau Porphiro afanitik ?

Nama Batuan Beku nya kita cari dengan cara : (lihat tabel determinasi batuan WT. Huang)

- Menarik garis vertkal ke atas dari kolom proporsi ortoklas dengan plagioklasnya atau chiefly ortoklas atau kolom chiefly sodic plagioklas atau kolom calcic plagioklasnya, tergantung dari hasil pengamatan kalian saat mengamati proporsinya.

- Dari nama tekstur yang telah kita amati, misal ketemu tekstur Porphiritik , maka dari kolom porfiritIk kita <u>tarik garis horisontal ke kanan</u>.
- Maka pada <u>perpotongan garis</u> vertikal dan horisontal itulah <u>nama batuan</u> beku yang kalian amati. Mudah bukan ?

Sebagai Contoh :



Dari hasil diskripsi sampel handspecimen batuan diketahui :

Warna batu abu-abu kehitaman, Struktur masif

Bentuk Kristal subhedral sampai anhedral, ukuran kristal halus sampai sedang

Kandungan komposisi mineral kwarsa nya 5%, Ortoklas 8 %, plagioklas asam berwarna cerah 42 %, hornblenda 35 % sedangkan piroksin 2 % .

Teksturnya dari pengamatan diketahui ukuran mineralnya ada yang besar dan ada yang kecil

Sebutkan nama batuan beku tersebut !

Jawab :

dari hasil pengamatan tersebut dapat dianalisa sbb. :

- Kwarsa 8 % berarti tabel WT. Huang yang dipakai adalah bagian kanan dari Garis pemisah kwarsa. Bagian kiri kita tutup (**Langkah pertama**)
- Plagioklas asam berwarna cerah 50% berarti melimpah atau Chiefly sodic plagioklas atau Na Plagioklas nya.
- Hornblenda 35 % berarti batuan ini Jenisnya batuan beku Menengah atau Intermediate

- Ukuran butir mineralnya ada yang besar ada yang kecil , berarti teksturnya Porfiritik

Dari hasil analisa tersebut selanjutnya dapat ditarik garis pada table adalah sebagai berikut :

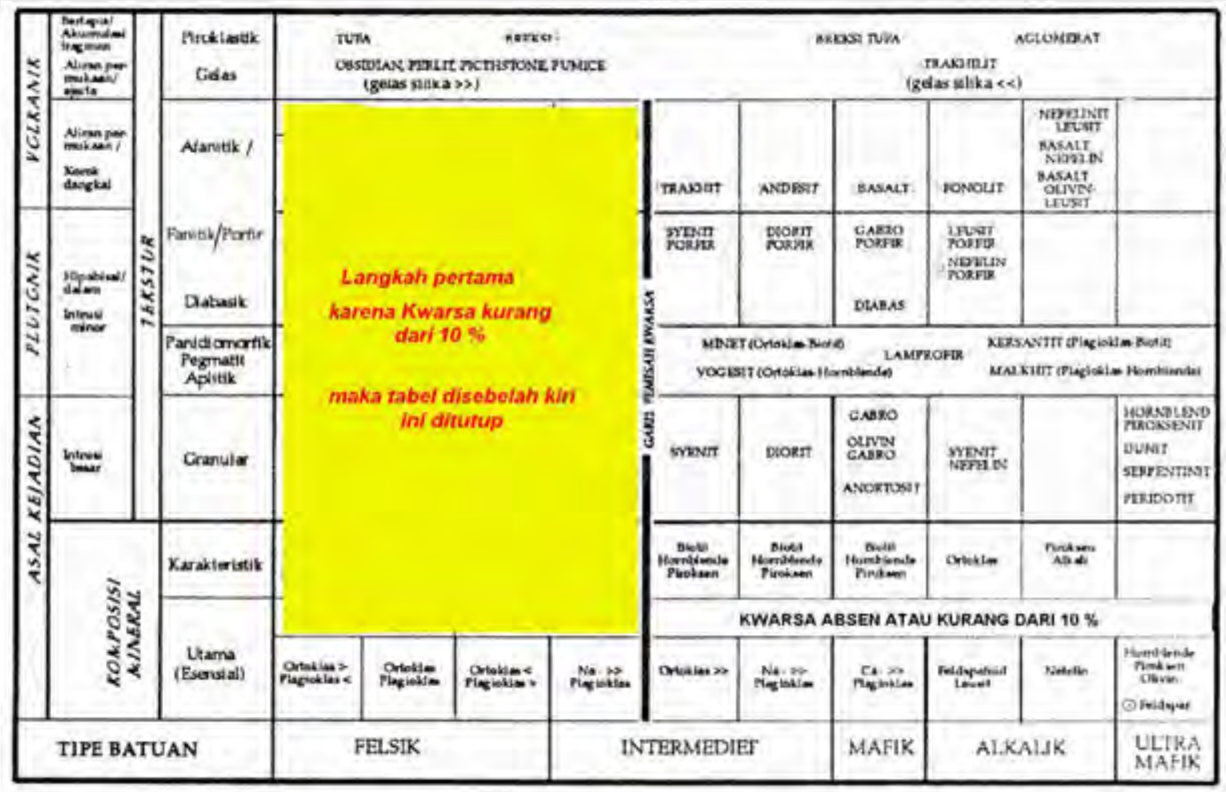
- Dari kolom Chiefly Na plagioklas kita tarik garis vertikal ke atas (**Langkah kedua**)
- Selanjutnya dari kolom tekstur Porphyri kita tarik garis horisontal ke kanan (**Langkah ketiga**)
- Dua garis itu akan berpotongan dinama batuannya yaitu : Diorite Porfir

Sehingga nama batuan beku yang kita analisa itu ketemu namanya adalah : **“ Diorite Porfir”**

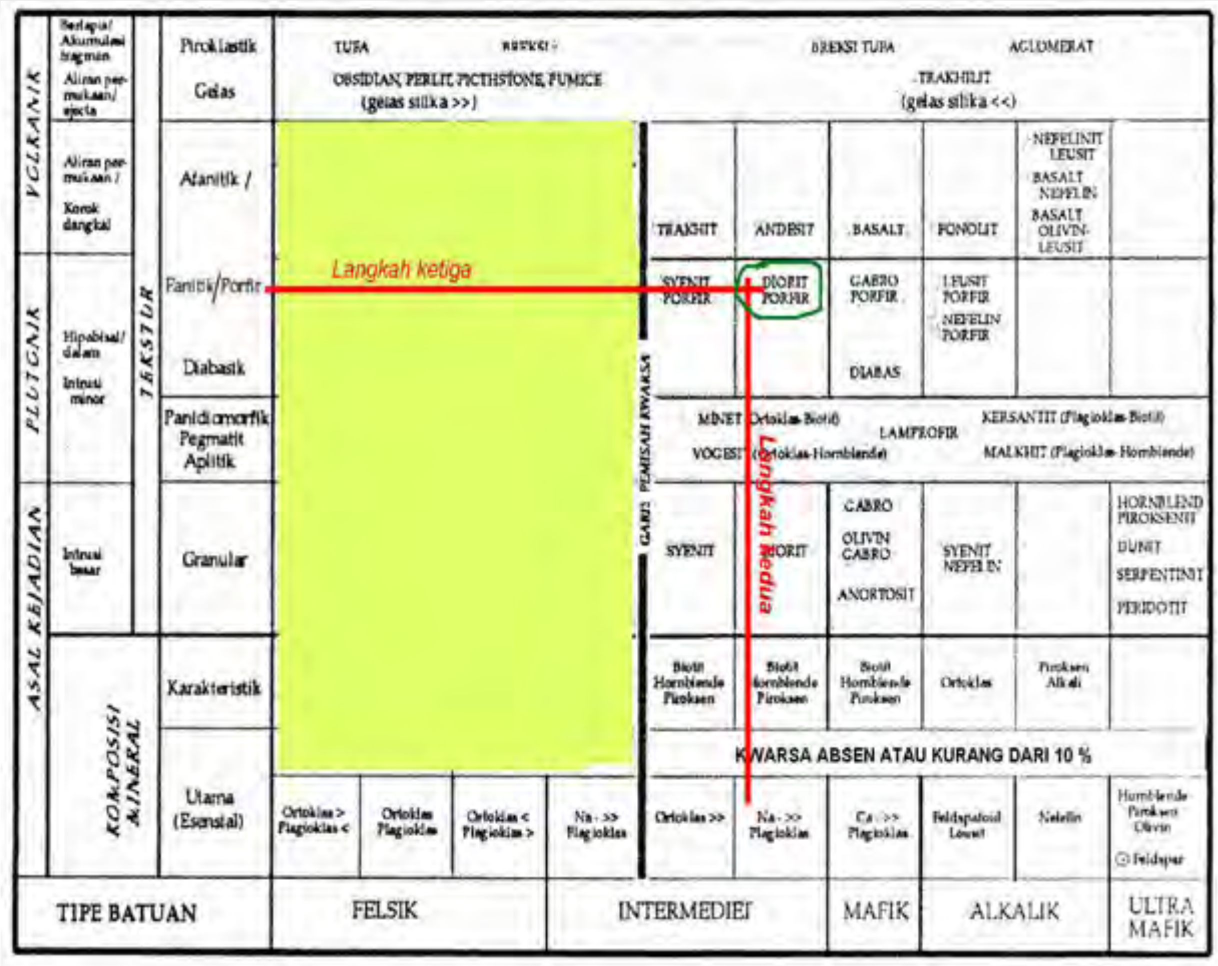
Penjelasan dengan gambar tabel seperti di bawah berikut ini :

ASAL KEJADIAN		TEKSTUR					GARIS PEMISAH KWARSA						
VOLKANIK	Berlapis/ Akumulasi fragmen	Piroklastik	TUFA	BREKSI						BREKSI TUFA		AGLOMERAT	
VOLKANIK	Aliran permukaan/ ejecta	Gelas	OBSIDIAN, PERLIT, PICTHSTONE, PUMICE (gelas silika >>)							TRAKHILIT (gelas silika <<)			
VOLKANIK	Aliran permukaan / Korok dangkal	Afanitik /	KWARSA PORFIR										
			RIODASIT										
			RIOLIT	LATIT	DASIT			TRAKHIT	ANDESIT	BASALT	FONOLIT	NEFELINIT LEUSIT BASALT NEFELIN BASALT OLIVIN-LEUSIT	
PLUTONIK	Hipabisal/ dalam Intrusi minor	Fanitik/Porfir Diabasik	GRANIT PORFIR	MONZONIT KWARSA PORFIR MONZONIT PORFIR	GRANO-DIORIT PORFIR	TONALIT PORFIR		SYENIT PORFIR	DIORIT PORFIR	GABRO PORFIR DIABAS	LEUSIT PORFIR NEFELIN PORFIR		
PLUTONIK		Panidiomorfik Pegmatit Aplitik	GRANIT PEGMATIT APLIT					MINET (Ortoklas-Biotit) VOGESIT (Ortoklas-Hornblende)		LAMPROFIR		KERSANTIT (Plagioklas-Biotit) MALKHIT (Plagioklas-Hornblende)	
ASAL KEJADIAN	Intrusi besar	Granular	GRANIT	MONZONIT KWARSA MONZONIT	GRANO DIORIT	TONALIT		SYENIT	DIORIT	GABRO OLIVIN GABRO ANORTOSIT	SYENIT NEFELIN		HORNBLEND PIROKSENIT DUNIT SERPENTINIT PERIDOTIT
KOMPOSISI MINERAL		Karakteristik	Muskovit Biotit Hornblende	Biotit Hornblende Piroksen	Biotit Hornblende Piroksen	Biotit Hornblende Piroksen		Biotit Hornblende Piroksen	Biotit Hornblende Piroksen	Biotit Hornblende Piroksen	Ortoklas	Piroksen Alkali	
KOMPOSISI MINERAL		Utama (Esensial)	KWARSA HADIR LEBIH 10 %					KWARSA ABSEN ATAU KURANG DARI 10 %					
			Ortoklas > Plagioklas <	Ortoklas Plagioklas	Ortoklas < Plagioklas >	Na- >> Plagioklas		Ortoklas >>	Na- >> Plagioklas	Ca- >> Plagioklas	Feldspatoid Leusit	Nefelin	Hornblende Piroksen Olivin ⊙ Feldspar
TIPE BATUAN			FELSIK			INTERMEDIEF				MAFIK	ALKALIK		ULTRA MAFIK

Tabel 1.8. Tabel Penamaan Batuan Beku Menurut WT. Huang 1962



Langkah pertama : tabel yang disebelah kiri ditutup karena kandungan kwarsa < 10 %



Langkah kedua : dari kolom Na plagioklas kita tarik garis Vertikal ke atas.

Langkah ketiga : dari Tekstur Porfiri kita tarik garis horizontal sampai berpotongan dengan garis vertikal tersebut.

Dari perpotongan garis tersebut kita baca nama batunya adalah “ **Diorite Porfir”** .

Adapun petrogenesa dari batuan Diorite porfir sebagai contoh tersebut , dapat diketahui dari parameter tersebut dibawah ini :

Diketahui Tekstur nya pada soal tersebut , yaitu meliputi fabric / kemas nya Inequigranular (ukuran mineral halus sampai sedang = tidak sama besar atau inequigranular) ; Derajad kristalisasinya Hipokristalin, maka Petrogenesa nya dapat disimpulkan terdapat pada Intrusi dangkal . (lihat tabel petrogenesa oleh William , 1954 dibawah ini) dan cobalah kalian mencari dari Internet tabel tabel Petrogenesa yang lainnya dari para ahli .

Jenis batuan / Tekstur	Intrusi dalam (plutonik)	Intrusi dangkal dan Ekstrusi	Batuan Vulkanik
Fabrik	Equigranular	Inequigranular	Inequigranular
Bentuk kristal	Euhedral-anhedral	Subhedral-anhedral	Subhedral-anhedral
Ukuran kristal	Kasar (> 4 mm)	Halus-sedang	Halus-kasar
Tekstur khusus	-	Porfiritik-poikilitik Ofitik-subofitik Pilotaksitik	Porfiritik: intermediet-basa Vitroverik-Porfiritik: Asam-intermediet
Derajad Kristalisasi	Holokristalin	Hipokristalin Holokristalin	Hipokristalin Holokristalin
Tekstur khusus	-	Perthit-perlitik	Zoning pada plagioklas, tumbuh bersama antara mineral mafik dan plagioklas dan intersertal

Tabel 1.9. Petrogenesa batuan beku (William, 1954).

Sebagai akhir dari pembelajaran batuan beku ini , maka sebelum praktikum dengan contoh batu yang sebenarnya, cobalah kalian mengerjakan soal ini dan jawabannya kalian tuliskan pada lembar kerja Praktikum Batuan Beku di halaman berikutnya.

Evaluasi :

Dari diskripsi batuan diketahui : warna batuan coklat kemerahan, ukuran Kristal kasar, bentuk Kristal euhedral sampai subhedral, derajad kristalisasi Holokristalin, Granular. Komposisi terdiri dari Kwarsa 25 %, Orthoklas 40 %, , Muscovit 20 %, Biotit 4 % Plagioklas asam (Na) 11 %.

Tentukan Jenis dan nama batuannya serta ceritakan Petrogenesanya !

CONTOH HASIL DISKRIPSI BATUAN BEKU



Gambar Peraga

No. urut : 08

No. Batuan : 18

Jenis Batuan : Batuan Beku Asam

Warna Batu : Putih ke abu abu an

Struktur : Masif

Tekstur : - Derajad kristalisasi : Hipokristalin

- Ukuran mineral : Fanerik sedang – Fanerik halus

- Bentuk mineral : Subhedral - Anhedral

- Relasi : Porfiritik

Komposisi Mineral : Pada Fenokris terdiri dari mineral :

- Plagioklas : 30 % - Orthoklas : 4 %

- Hornblenda : 16 % - Kwarsa : 14 %

- Biotit : 5 %

Pada massa dasar terdiri dari mineral :

- Plagioklas : 8 % - Kwarsa : 10 %

- Biotit : 5 % - Hornblenda : 6 %

Lain lain : - mineral bijih 2 %

- sampel batuan beku ini sebagian tampak agak lapuk

Nama batuan beku ini : GRANODIORITE PORPHYRY (W.T. HUANG 1962)

Petrogenesa : Hasil dari Intrusi dangkal

LAPORAN PRAKTIKUM BATUAN BEKU



GAMBAR PERAGA

CONTOH FORMAT.

NOMOR URUT : 01

NOMOR PERAGA : 01

JENIS BATUAN : BATUAN BEKU ASAM

WARNA : PUTIH KECOKLATAN

STRUKTUR : MASIF

TEKSTUR :

- HOLOKRISTALIN
- FANERIK KASAR
- SUBHEDRAL
- HIPIDIOMORFIK GRANULAR

KOMPOSISI : ORTOKLAS 40 %
KWARSA 35 %
PLAGIOKLAS 10 %
BIOTIT 7 %
HORNBLENDE 6 %

LAIN-LAIN : MINERAL BIJIH 2 %

NAMA BATUAN : GRANIT (WT. HUANG 1962)

PETROGENESA : HASIL DARI INTRUSI DALAM (PLUTONIK)

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

SMK

LAPORAN PRAKTIKUM BATUAN BEKU

GAMBAR PERAGA

NOMOR URUT	:	....
NOMOR PERAGA	:	....
JENIS BATUAN	:	....
WARNA	:	....
STRUKTUR	:	....
TEKSTUR	:	....
		....
		....
		....
KOMPOSISI	:	....
		....
		....
		....
		....
LAIN-LAIN		....
NAMA BATUAN		....
PETROGENESA		....

, ……………………………..

KOREKTOR :

……………………

NIP :…………….

PRAKTIKAN :

………………

NIS :……………

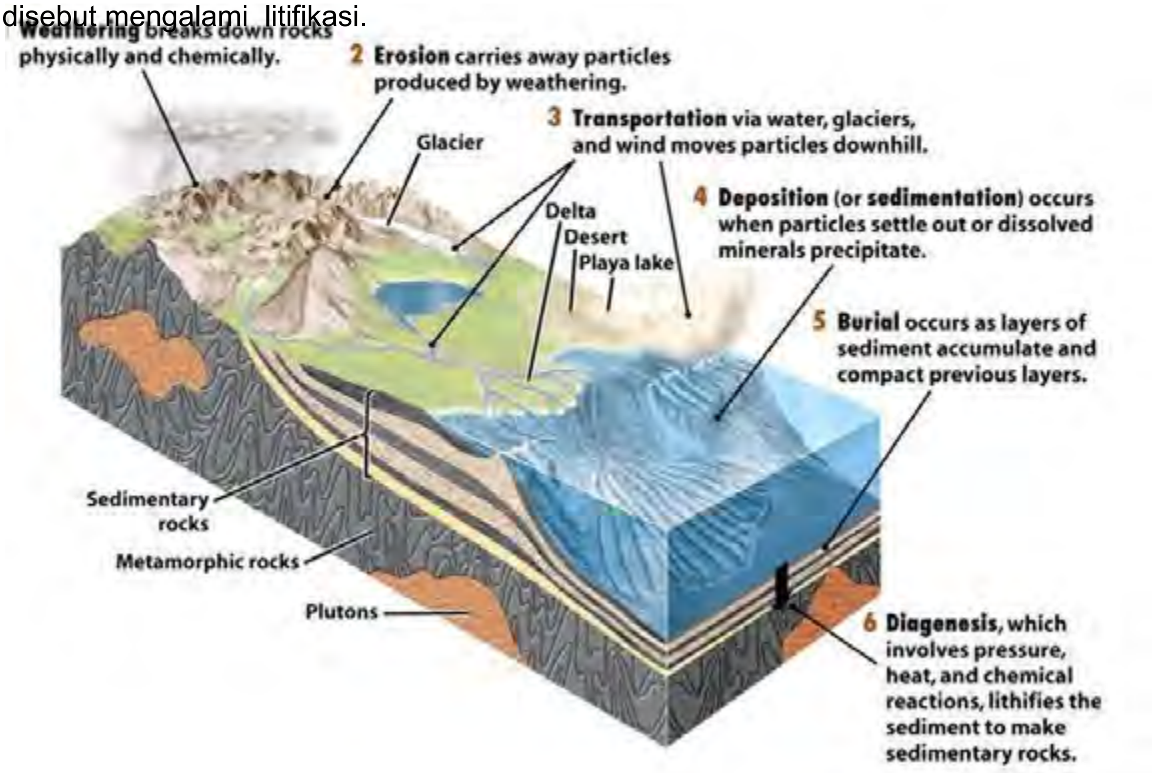
G. BATUAN SEDIMEN

1.KONSEP BATUAN SEDIMEN

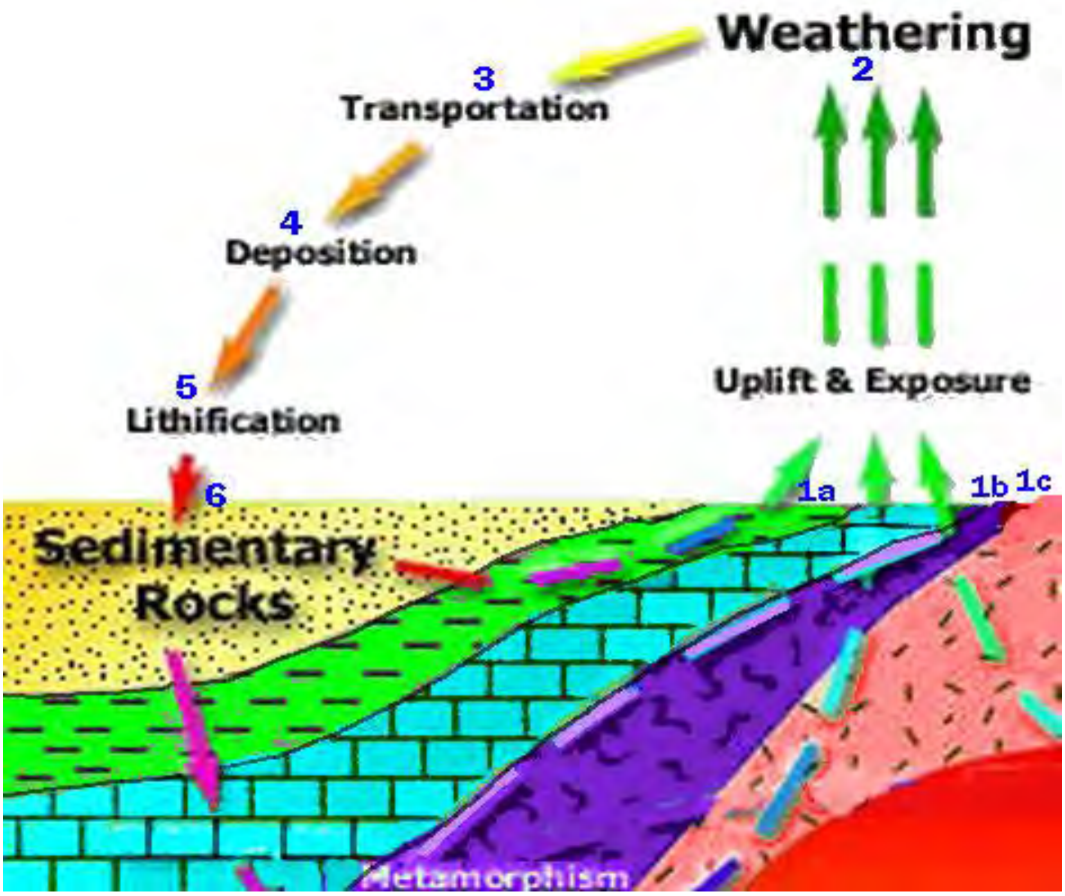
Berbicara mengenai batuan sedimen, pertama kita harus mengetahui syarat adanya batuan sedimen itu harus ada sumber (source) yang merupakan batuan asal yang telah mengalami pelapukan. Batuan asal itu dapat berupa batuan beku, batuan metamorf ataupun batuan sedimen.

Konsep batuan sedimen selengkapnya adalah sbb. :

Batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk akibat lithifikasi bahan rombakan dari batuan asal , maupun hasil denudasi atau hasil reaksi kimia maupun hasil kegiatan organisme . Bahan rombakan batuan asal itu bisa batuan beku , batuan metamorf mau pun batuan sedimen yang telah rusak / lapuk akibat terkena matahari, angin ,hujan dan lain sebagainya. Selanjutnya batuan yang telah lapuk tersebut ter erosi dan tertransportasi ke cekungan pengendapan dan mengeras (membatu) / atau biasa disebut mengalami litifikasi.



Gambar 1.49.: Proses pelapukan (weathering) – Erosi – Transportasi – Burial (pembebanan) dan Diagenesa yang menyebabkan terbentuknya batuan sedimen.



Gambar 1.50. Batuan sedimen (1a), batuan metamorf (1b) dan batuan beku (1c) yang tersingkap , selanjutnya mengalami pelapukan (2) – tertransport (3) – diendapkan (4) – mengalami litifikasi (5) dan terbentuk menjadi batuan sedimen.(6).

Batuan sedimen banyak sekali jenisnya dan tersebar sangat luas dengan ketebalan dari beberapa cm sampai beberapa km . Ukuran butirnya bisa dari sangat halus (berukuran lempung) sampai sangat kasar (berukuran > 64 mm , misalnya pada batu breksi atau konglomerat). Dan beberapa proses lagi seperti media transportasi , struktur sedimen dan lain sebagainya yang cukup komplek dalam kaitannya dengan batuan sedimen . (para siswa dianjurkan untuk ke perpustakaan untuk memperluas wawasan mengenai batuan sedimen yang ditulis oleh para ahli seperti Pettijohn (1975), Folk (1954), Shepard (1954), RP. Koesoemadinata (1980) dan banyak lagi ahli yang telah menulisnya .

Dibanding dengan batuan beku maka batuan sedimen hanya 5 % dari seluruh batuan yang ada di kerak bumi . , dari 5 % tersebut 80 % nya adalah batulempung, 5% nya batu pasir dan 15% nya batuan karbonat / batugamping.

Namun pelamparan dipermukaan bumi, batuan sedimen menempati 75 % dari seluruh batuan yang ada dan 25 % nya adalah batuan beku dan batuan metamorf .

Berbagai penggolongan batuan sedimen dan penamaan batuan telah dikemukakan oleh para ahli baik penggolongan berdasarkan genetisnya (sejarah terbentuknya) maupun secara diskriptif .

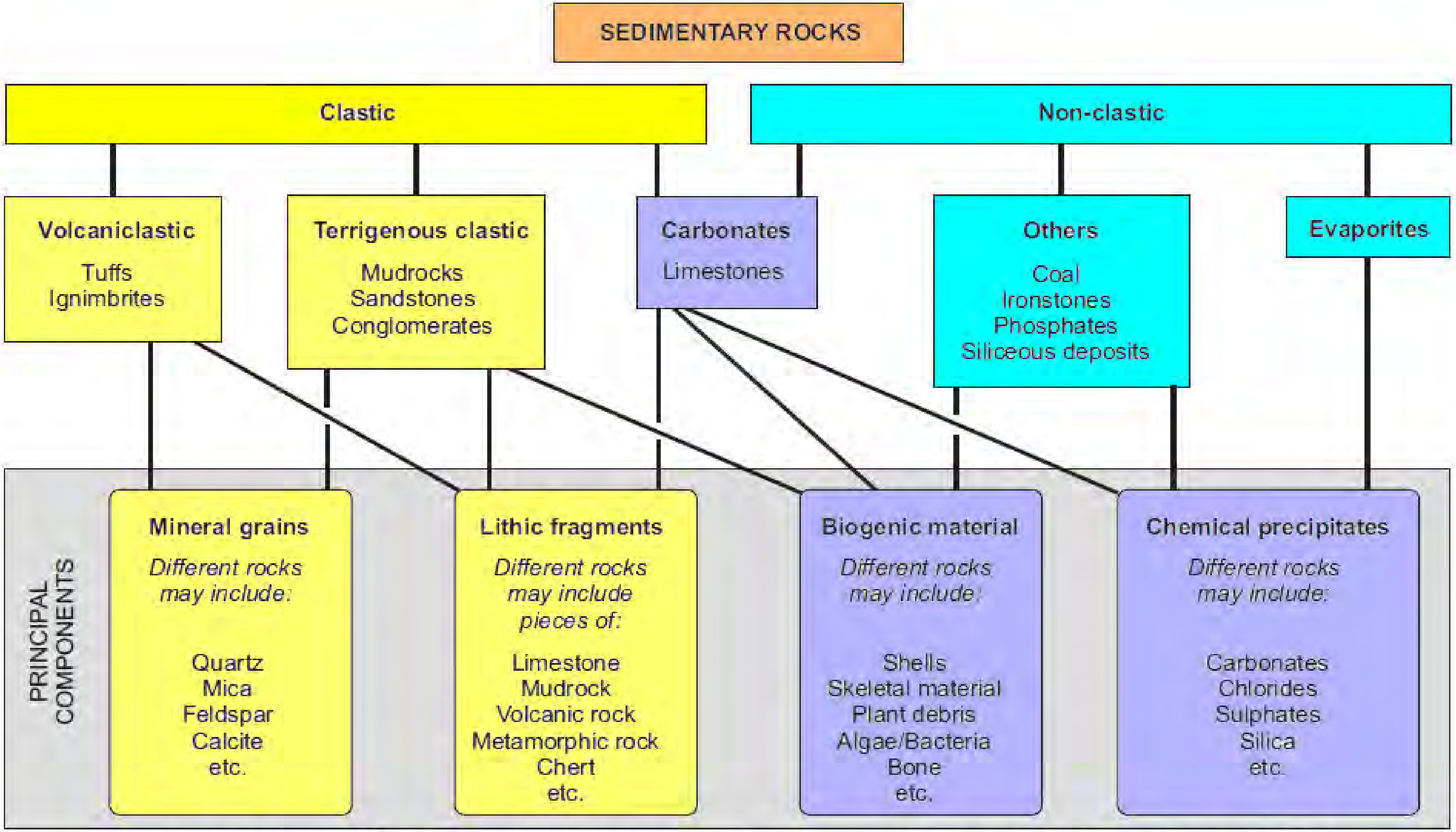
Penggolongan batuan sedimen secara genetis yang dikemukakan oleh W.T.Huang (1962), Pettijohn (1975), Nichol and Gary (1992). Lihat tabel pada halaman di bawah. Para ahli tersebut membagi batuan sedimen berdasar cara terbentuknya (genesanya) menjadi dua yaitu batuan sedimen klastis dan batuan sedimen non klastis.

Batuan sedimen klastis ialah sedimen yang telah mengalami transportasi dari suatu tempat , ketempat yang baru yang biasanya tempat tersebut merupakan cekungan sedimen selanjutnya diendapkan serta mengalami litifikasi / mengeras menjadi batu. Adapun batuan sedimen non klastis ialah sedimen yang terbentuk dan diendapkan serta mengalami litifikasi / mengeras menjadi batu ditempat itu juga tanpa mengalami proses transportasi. Lebih spesifik lagi Folk (1959) dan Dunham (1962) yang diperbarui oleh Kendall (2005) membuat Klasifikasi batuan karbonat seperti terlihat dalam tabel Klasifikasi batuan sedimen Karbonat , di halaman berikut. Sedangkan ahli dari Indonesia (dosen senior geologi dari ITB) yaitu Prof. R.P Koesoe madinata ,1980 menggolongkan batuan sedimen menjadi 6 golongan berdasarkan diskripsinya . Enam golongan tersebut ialah : batuan sedimen golongan detritus kasar , golongan dedtritus halus , golongan karbonat , golongan silika , golongan evaporite dan batuan sedimen golongan batu bara.

Evaluasi :

1. Jelaskan konsep terbentuknya batuan sedimen !
2. Jelaskan faktor faktor yang berperan dalam proses pengendapan !
3. Sebutkan 8 nama batuan yang termasuk batuan sedimen !
4. Pada prinsipnya tabel tabel yang ada dihalaman bawah ini dibuat para ahli adalah untuk mengklasifikasikan batuan sedimen. Cobalah kalian mengadakan pengamatan pada tabel tabel tersebut , selanjutnya carilah persamaan dan perbedaannya !
5. Mengapa mineral kwarsa dan mineral feldspar selalu hadir dalam tiap tiap klasifikasi batuan sedimen tersebut ? dan mengapa pula mineral pyroxin dan mineral olivine jarang atau bahkan tidak hadir sama sekali ?

6. Sebutkan 3 nama batuan sedimen yang komposisi mineralnya masih banyak mengandung mineral mineral utama seperti pyroxin, hornblende, biotit, dan plagioklas. Mengapa mineral mineral tersebut masih tampak relatif utuh bentuknya ?



Gambar Skema Klasifikasi sedimen dan batuan sedimen (Nichol - Gary 1992)

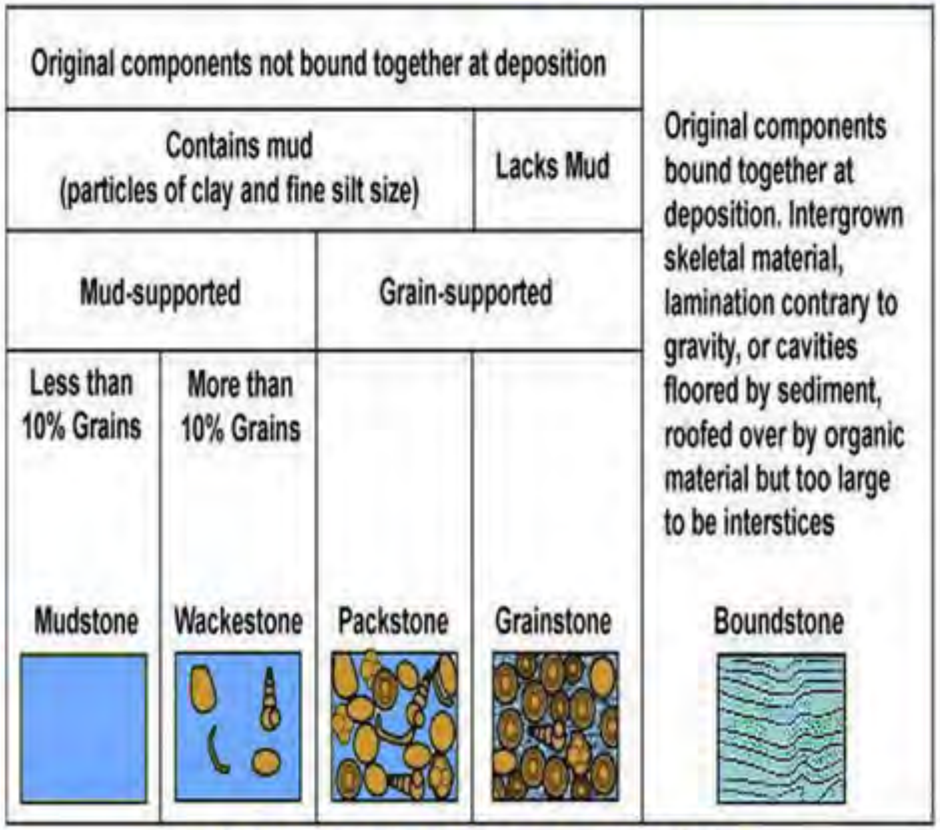
Clastic Sedimentary Rocks		
Rock	Texture	Composition
Conglomerate	Rounded gravel	Clastic, lithic fragments
Breccia	Angular gravel	Clastic, lithic fragments
Quartz sandstone	Sand	Quartz
Arkose sandstone	Sand	Quartz, feldspar
Lithic sandstone	Sand	Quartz, feldspar, lithic fragments
Siltstone	Silt, massive	Silica minerals
Claystone	Clay, massive	Clay minerals
Shale	Mud, laminated	Silica minerals and clay minerals

Biogenic Sedimentary Rocks		
Rock	Texture	Composition
Chalk	Clay or mud	Skeletal coccolithophorids
Coal	Massive, blocky	Concentrated carbon
Coquina	Sand or gravel	Shell fragments
Limestone	Visible or microscopic skeletal fragments	Calcite

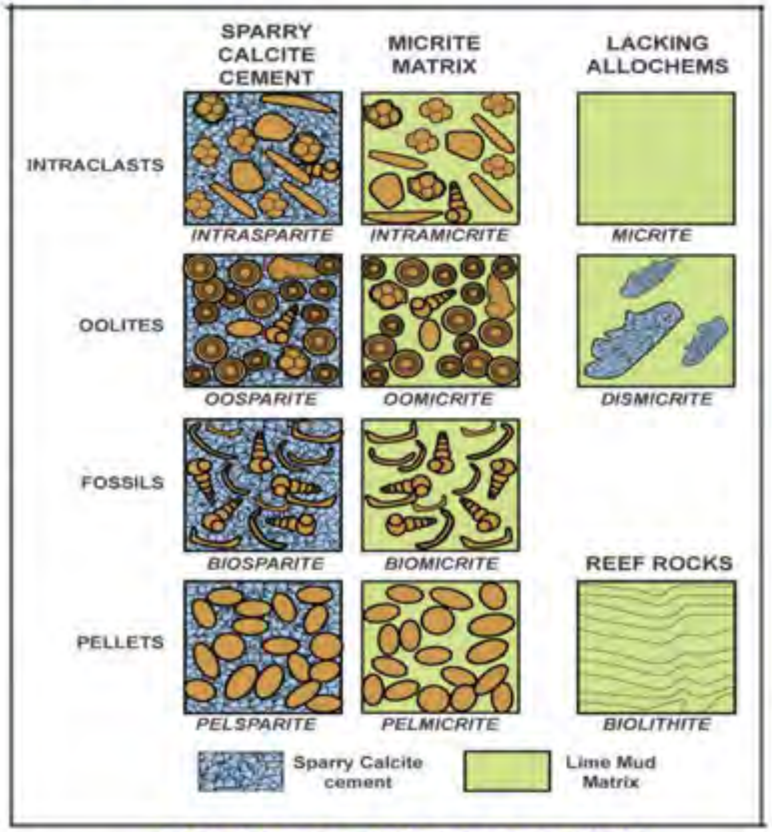
Chemical Sedimentary Rocks		
Rock	Texture	Composition
Chert	Crystalline	Microcrystalline silica
Dolostone	Crystalline	Dolomite
Limestone	Can be crystalline or microcrystalline	Calcite
Micrite	Microcrystalline	Carbonate mud
Rock gypsum	Crystalline	Gypsum
Rock salt	Crystalline	Halite
Travertine	Microcrystalline	Calcite from saturated fluids

Tabel Klasifikasi batuan sedimen (Nichol - Gary 1992)

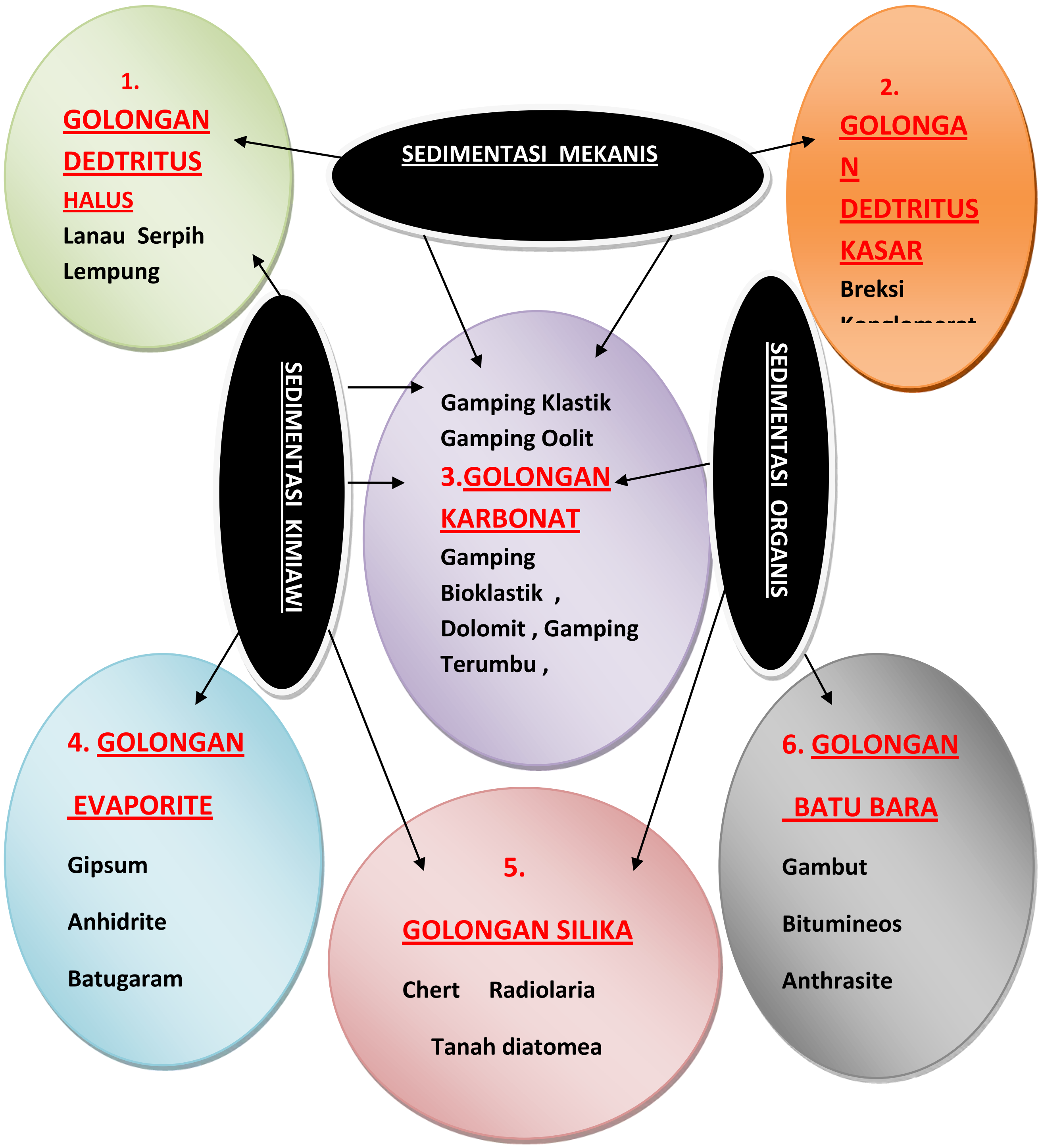
Tabel Klasifikasi batuan sedimen Karbonat



C.G.St.C Kendall, 2005 (after Dunham,1962)



C.G.St.C Kendall, 2005 (after Folk, 1959)



Gambar1. .52. Penggolongan batuan sedimen utamabeserta proses pembentukkannya.
(R.P. Koesoemadinata , 1980)

2. Proses sedimentasi pada batuan sedimen

Adapun Proses sedimentasi pada batuan sedimen klastik terdiri dari 2 proses, yakni proses sedimentasi secara mekanik dan proses sedimentasi secara kimiawi.

1. Proses sedimentasi mekanik

   Proses sedimentasi secara mekanik merupakan proses dimana butir-butir sedimen tertransportasi hingga diendapkan di suatu tempat yang biasa disebut sebagai cekungan pengendapan. Proses ini dipengaruhi oleh banyak hal dari luar.

   Transportasi butir-butir sedimen dapat dipengaruhi oleh air, gravitasi, angin, dan es. Dalam cairan, terdapat dua macam aliran, yakni aliran arus laminar (yang tidak menghasilkan transportasi butir-butir sedimen) dan aliran arus turbulent (yang menghasilkan transportasi dan pengendapan butir-butir sedimen).

   Arus turbulen ini membuat partikel atau butiran-butiran sedimen mengendap secara suspensi, sehingga butiran-butiran yang diendapkan merupakan butiran sedimen berbutir halus (pasir hingga lempung). Proses sedimentasi yang dipengaruhi oleh gravitasi dibagi menjadi 4, yakni yang dipengaruhi oleh arus turbidit, grain flows, aliran sedimen cair, dan debris flows.

   a) Arus turbidit dipengaruhi oleh aliran air dan juga gravitasi.

      Ciri utama pengendapan oleh arus turbidit ini adalah butiran lebih kasar akan berada di bagian bawah pengendapan dan semakin halus ke bagian atas pengendapan atau disebut sebagai struktur Gradded bedding.

   b) Grain flows biasanya terjadi saat sedimen yang memiliki kemas dan sorting yang sangat baik jatuh pada slope di bawah gravitasi. Biasanya sedimennya membentuk Reverse bedded grading.

   c) Liquified sediment flows merupakan hasil dari proses liquefaction.

   d) Debris flows, volume sedimen melebihi volume ar, dan menyebabkan aliran dengan viskositas tinggi. Dengan sedikit turbulens, sorting dari partikel mengecil dan akhirnya menghasilkan endapan dengan sorting buruk.

Transport process		Physical character of mix					Transport mechanism	Sediment character
Suspension transportation		Newtonian fluid	Low viscosity	Low density	Incohesive (= non-cohesive = cohesionless)	Turbulent flow	Suspension	Massive to bedded and laminated sediments
Turbidity current		Newtonian to Non-Newtonian fluid	Low viscosity	Low density / High density	Incohesive (= non-cohesive = cohesionless)	Turbulent flow / Laminar flow	Suspension	Bouma sequences with laminated, cross laminated, and graded strata
Bed-load transportation		Non-Newtonian fluid to Bingham plastic	Low viscosity	High density	Incohesive (= non-cohesive = cohesionless)	Turbulent flow / Laminar flow	Temporary suspension, rolling and saltation	Laminated, crossed to structureless beds of well to moderately sorted sediment
Grain flow (*sensu lato*)		Non-Newtonian fluid to Bingham plastic	Low viscosity / High viscosity	High density	Incohesive (= non-cohesive = cohesionless)	Laminar flow	Sediment supported by dispersive pressure	Laminated to structureless, thin to massive beds of well sorted sand with dish structure and pebbles
Landslide (*sensu lato*)	Mass flow (debris flow, mudflow, olistostromal flow)	Bingham plastic to pseudo – plastic	High viscosity	High density	Cohesive	Laminar flow	Flow with shear on penetrative surfaces	Medium to massive beds of diamictite
Landslide (*sensu lato*)	Landslide (*sensu stricto*) (slump, debris slide, rock slide)	Elastic/brittle	High viscosity	High density	Cohesive / Incohesive	Laminar flow / Turbulent flow	Rotation and/or sliding with shear on spaced planes and surfaces	Thick to massive beds; typically matrix poor; commonly with slickensided clasts

Gambar 1..53. Proses transportasi mekanik dan karakter sedimen yang Lowe, 1976., Postma, 1986 , dimodifikasi oleh Nardin dkk. 1979)

2. Proses sedimentasi kimiawi

Proses sedimentasi secara kimiawi terjadi saat pori-pori yang berisi fluida menembus atau mengisi pori-pori batuan. Hal ini juga berhubungan dengan reaksi mineral pada batuan tersebut terhadap cairan yang masuk tersebut.

Berikut ini merupakan beberapa proses kimiawi dari diagenesis batuan sedimen klastik:

a) Dissolution (pelarutan), mineral melarut dan membentuk porositas sekunder.

b) Cementation (sementasi), pengendapan mineral yang merupakan semen dari batuan, semen tersebut diendapkan pada saat proses primer maupun sekunder.

c) Authigenesis, munculnya mineral baru yang tumbuh pada pori-pori batuan

d) Recrystallization, perubahan struktur kristal, namun kompsisi mineralnya tetap sama. Mineral yang biasa terkristalisasi adalah kalsit.

e) Replacement, melarutnya satu mineral yang kemudian terdapat mineral lain yang terbentuk dan menggantikan mineral tersebut

f) Compaction (kompaksi)

g) Bioturbation (bioturbasi), proses sedimentasi oleh hewan (makhluk hidup)

3. DIAGENESIS

Dalam proses sedimentasi itu sendiri terdapat apa yang disebut dengan diagenesis. Diagenesis ialah terbentuknya batuan pada suhu dan tekanan yang rendah.

Proses Diagenesa meliputi : Kompaksi ; Rekristalisasi ; Autigenesis dan Proses diagenesa juga meliputi Metasomatisme, yaitu pergantian mineral sedimen oleh berbagai mineral autigenik tanpa pengurangan volume. Contohnya Dolomitisasi pada batuan karbonat yang dapat merusak bentuk suatu batuan karbonat atau fosilnya .

Tahapan pada diagenesis

Diagenesis memiliki tahapan-tahapan sebagai berikut:

a) Eogenesis (shallow burial)

Tahap ini merupakan tahap awal dari pengendapan sedimen. Dimana terjadi pembebanan / burial, yang menyebabkan adanya kompaksi pada tiap lapisan sedimennya. Pada tahap ini proses kompaksi mendominasi.

b) Mesogenesis = earlydiagenesis (deep burial)

Pada tahap ini, kompaksi yang sangat kuat disertai dengan proses burial, menyebabkan kenaikan suhu dan tekanan yang memicu terjadinya dissolution. Pada tahap ini proses yang mendominasi adalah proses dissolution (pelarutan).

c) Latelydiagenesis

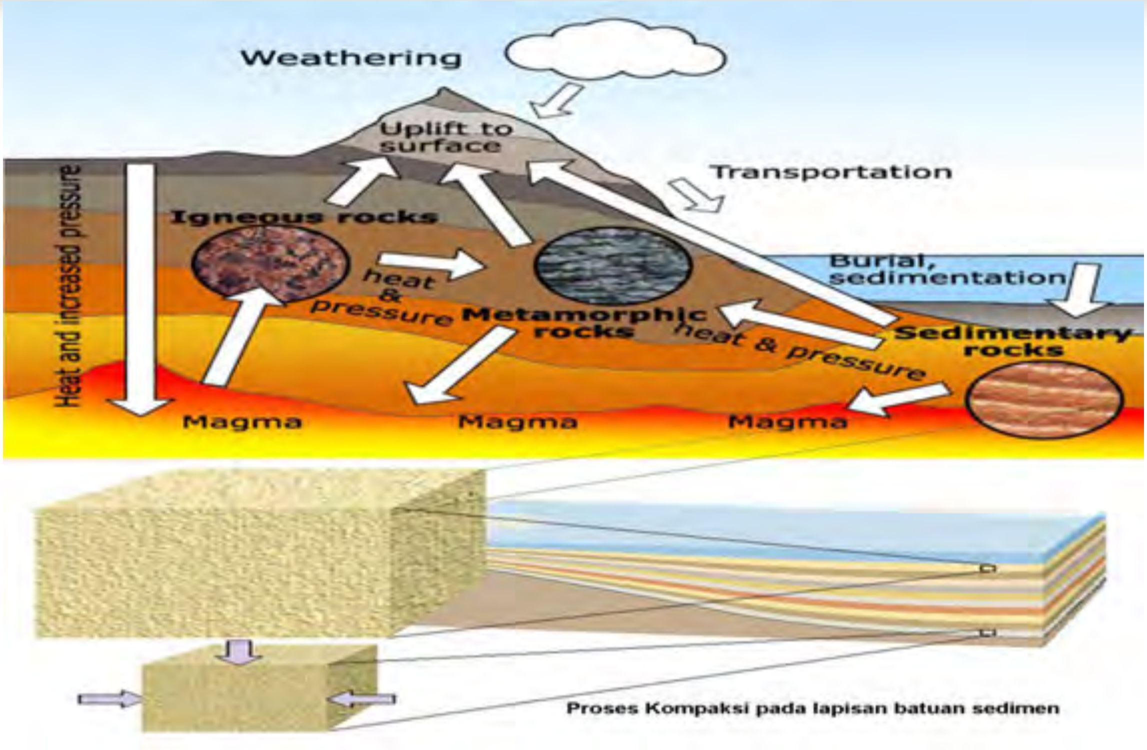
Tahap mesogenesis ini terjadi setelah melewati tahap eogenesis / earlydiagenesis. Apabila setelah proses pelarutan, masih terjadi burial, maka akan terjadi sementasi di sekitar butiran-butiran sedimen.

Apabila kompaksi terus berlanjut, hingga pada suhu 150 derajat celcius. Proses diagenesis akan berhenti dan digantikan menjadi proses metamorfisme.

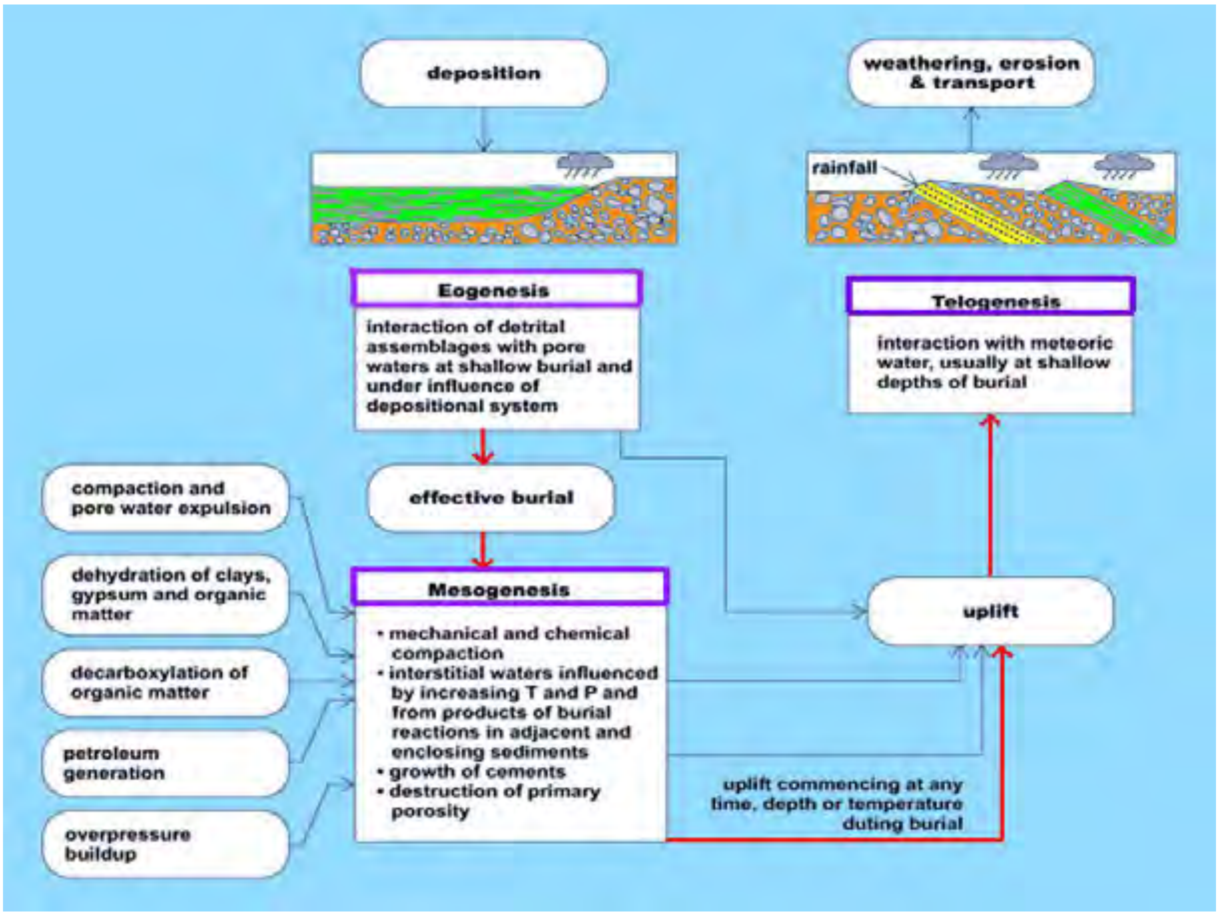
d) Telogenesis (tectonic uplift)

Sedangkan jika setelah tahapan mesogenesis itu terjadi pengangkatan (uplift) disebabkan oleh gaya tektonik maka dalam proses pengangkatan ini, keberadaan berbagai jenis air yang terdapat di alam (air meteorik, air tanah, dll) akan mempengaruhi susunan komposisi kimia dari batuan, sehingga memungkinkan terjadinya authigenesis (pengisian mineral baru).

Secara umum diagenesis pada batuan sedimen klastik (khususnya silisiklastik) mengalami tahap tahap ini dan ketujuh proses diagenesis (bioturbasi, kompaksi, sementasi, autigenesisasi, pelarutan, rekristalisasi, dan replacement) meski tidak semuanya proses itu selalu terjadi karena diagenesis itu adalah proses „pembatuan‟ (umum disebut litifikasi) batuan sedimen setelah melewati proses diagenesis (post depositional). Walaupun litifikasi itu sendiri tidaklah tepat untuk menggambarkan ketujuh proses itu, karena batasan pengertian "litifikasi" sebenarnya hanya pada kompaksi dan sementasi endapan menjadi batuan sedimen saja, karena itulah proses menjadi batu tidak selalu mengalami ketujuh proses itu apabila kita memakai istilah "ter litifikasi" ini akan berbeda halnya apabila kita mengatakan suatu endapan telah "mengalami diagenesa" menjadi batuan sedimen, akan mencakup proses yang lebih banyak dibanding suatu batuan telah mengalami "litifikasi".



Gambar1. .54. batuan asal dan proses sedimentasi batuan sedimen disertai dengan pengangkatan.



Gambar 1.55. Diagenesis setting : Eogenesis – Mesogenesis – Telogenesis .

4. KLASIFIKASI BATUAN SEDIMEN

Seperti telah disebutkan diatas bahwa batuan sedimen dapat di klasifikasikan menjadi dua, yaitu berdasar Genesanya terdiri dari batuan sedimen klastik dan batuan sedimen non klastik (WT. Huang , 1962 dan Pettijohn, 1975) dan berdasar diskripsinya yang dibagi menjadi 6 Golongan, yaitu : batuan sedimen golongan dedtritus kasar , golongan dedtritus halus, golongan karbonat, golongan silika, golongan evaporite dan batuan sedimen golongan batu bara (RP. Koesomadinata, 1981)

A. Klasifikasi batuan sedimen berdasar Genesa atau sejarah terbentuknya

1. Batuan Sedimen Klastik

Batuan sedimen klastik merupakan batuan sedimen yang terbentuk dari pengendapan kembali detritus atau pecahan batuan asal.

Batuan asal dapat berupa batuan beku, metamorf dan sedimen itu sendiri. Batuan sedimen diendapkan dengan proses mekanis, terbagi dalam dua golongan besar dan pembagian ini berdasarkan ukuran besar butirnya.

Cara terbentuknya batuan tersebut berdasarkan proses pengendapan baik yang terbentuk dilingkungan darat maupun di lingkungan laut.

Batuan yang ukurannya besar seperti breksi dapat terjadi dari pengendapan langsung dari ledakan gunungapi dan di endapkan disekitar gunung tersebut dan dapat juga diendapkan dilingkungan sungai dan batuan batupasir bisa terjadi dilingkungan laut, sungai dan danau. Semua batuan diatas tersebut termasuk ke dalam golongan detritus kasar. Sementara itu, golongan detritus halus terdiri dari batu lanau, serpih dan batu lempung dan napal. Batuan yang termasuk golongan detritus halus ini pada umumnya di endapkan di lingkungan laut dari laut dangkal sampai laut dalam.

Fragmentasi batuan asal tersebut dimulai dari pelapukan mekanis maupun secara kimiawi, kemudian tererosi dan tertransportasi menuju suatu cekungan pengendapan. Setelah pengendapan berlangsung maka sedimen akan mengalami diagenesa yakni, prosess- proses yang berlangsung pada temperatur rendah di dalam suatu sedimen, selama dan sesudah litifikasi.

Contohnya ; Breksi, Konglomerat, Sandstone (batu pasir), batu lempung dan lain-lain.

Batuan sedimen juga dapat terbentuk dari pengendapan kembali detritus atau pecahan batuan asal.

Batuan asal dapat berupa batuan beku, metamorf dan sedimen itu sendiri. (Pettjohn, 1975).

Batuan sedimen yang diendapkan dengan proses mekanis, terbagi dalam dua golongan besar dan pembagian ini berdasarkan ukuran besar butirnya.

Cara terbentuknya batuan tersebut berdasarkan proses pengendapan baik yang terbentuk dilingkungan darat maupun dilingkungan laut.

Setelah pengendapan berlangsung sedimen mengalami diagenesa yakni, proses proses-proses yang berlangsung pada temperatur rendah di dalam suatu sedimen, selama dan sesudah litifikasi. Hal ini merupakan proses yang mengubah suatu sedimen menjadi batuan keras (Pettijohn, 1975).

Proses diagenesa antara lain :

a) Kompaksi Sedimen

Yaitu termampatnya butir sedimen satu terhadap yang lain akibat tekanan dari berat beban di atasnya. Disini volume sedimen berkurang dan hubungan antar butir yang satu dengan yang lain menjadi rapat.

b) Sementasi

Yaitu turunnya material-material di ruang antar butir sedimen dan secara kimiawi mengikat butir-butir sedimen dengan yang lain. Sementasi makin efektif bila derajat kelurusan larutan pada ruang butir makin besar.

c) Rekristalisasi

Yaitu pengkristalan kembali suatu mineral dari suatu larutan kimia yang berasal dari pelarutan material sedimen selama diagenesa atu sebelumnya. Rekristalisasi sangat umum terjadi pada pembentukan batuan karbonat.

d) Autigenesis

Yaitu terbentuknya mineral baru di lingkungan diagenesa, sehingga adanya mineral tersebut merupakan partikel baru dlam suatu sedimen. Mineral autigenik ini yang umum diketahui sebagai berikut : karbonat, silica, klorita, gypsum dan lain-lain.

e) Metasomatisme

Yaitu pergantian material sedimen oleh berbagai mineral autigenik, tanpa pengurangan volume asal.

2. **Batuan Sedimen Non-Klastik**

Batuan sedimen Non-Klastik merupakan batuan sedimen yang terbentuk sebagai hasil penguapan suatu larutan, atau pengendapan material di tempat itu juga (insitu). Proses pembentukan batuan sedimen kelompok ini dapat secara kimiawi, biologi /organik, dan kombinasi di antara keduanya (biokimia). Secara kimia, endapan terbentuk sebagai hasil reaksi kimia, misalnya CaO + CO2 → CaCO3. Secara organik adalah pembentukan sedimen oleh aktivitas binatang atau tumbuh-tumbuhan, sebagai contoh pembentukan rumah binatang laut (karang), terkumpulnya cangkang binatang (fosil), atau terkuburnya kayu-kayuan sebagai akibat penurunan daratan menjadi laut. Contohnya; Limestone (batu gamping), Coal (batu bara), dan lain-lain.

Batuan sedimen yang terbentuk dari hasil reaksi kimia atau bisa juga dari kegiatan organisme. Reaksi kimia yang dimaksud adalah kristalisasi langsung atau reaksi organik (Pettjohn, 1975).

B. Klasifikasi batuan sedimen berdasar Diskripsinya

Klasifikasi berdasar Diskripsinya, maka batuan sedimen dibedakan menjadi 6 golongan yaitu

a) Golongan Detritus Kasar

Batuan sedimen diendapkan dengan proses mekanis. Termasuk dalam golongan ini antara lain adalah breksi, konglomerat dan batupasir. Lingkungan tempat pengendapan batuan ini di lingkungan sungai dan danau atau laut.

b) Golongan Detritus Halus

Batuan yang termasuk kedalam golongan ini diendapkan di lingkungan laut dangkal sampai laut dalam. Yang termasuk kedalam golongan ini adalah batu lanau, serpih, batu lempung dan Nepal.

c) Golongan Karbonat

Batuan ini umum sekali terbentuk dari kumpulan cangkang moluska, algae dan f ora minifera. Atau oleh proses pengendapan yang merupakan rombakan dari batuan yang terbentuk lebih dahulu dan di endapkan disuatu tempat. Proses pertama biasa terjadi di lingkungan laut litoral sampai neritik, sedangkan proses kedua di endapkan pada lingkungan laut neritik sampai batialJenis batuan karbonat ini banyak sekali macamnya tergantung pada material penyusunnya.

d) Golongan Silika

Proses terbentuknya batuan ini adalah gabungan antara proses organik dan kimiawi untuk lebih menyempurnakannya. Termasuk golongan ini batu rijang (chert), radiolarian dan tanah diatom. Batuan golongan ini tersebarnya hanya sedikit dan terbatas sekali.

e) Golongan Evaporit

Proses terjadinya batuan sedimen ini harus ada air yang memiliki larutan kimia yang cukup pekat. Pada umumnya batuan ini terbentuk di lingkungan danau atau laut yang tertutup, sehingga sangat memungkinkan terjadi pengayaan unsur-unsur tertentu. Dan faktor yang penting juga adalah tingginya penguapan maka akan terbentuk suatu endapan dari larutan tersebut. Batuan-batuan yang termasuk kedalam golongan batuan evaporit ini adalah batu gip, anhidrit, batu garam.

f) Golongan Batubara

Batuan sedimen ini terbentuk dari unsur-unsur organik yaitu dari tumbuh-tumbuhan. Dimana sewaktu tumbuhan tersebut mati dengan cepat tertimbun oleh suatu lapisan yang tebal di atasnya sehingga tidak akan memungkinkan terjadinya pelapukan. Lingkungan terbentuknya batubara adalah khusus sekali, ia harus memiliki banyak sekali tumbuhan sehingga kalau timbunan itu mati tertumpuk menjadi satu di tempat tersebut.

a) Gambar jenis batuan sedimen Klastik Golongan Detritus Kasar





Gambar 1..56. Batuan sedimen Klastik Golongan Detritus kasar : Batu Konglomerat
Perhatikan fragmen batuannya yang relative membulat (rounded)

Gambar 1.56 Batuan sedimen Klastik Golongan Detritus kasar : Batu Breksi. Perhatikan fragmen batuannya yang relative menyudut (angular)

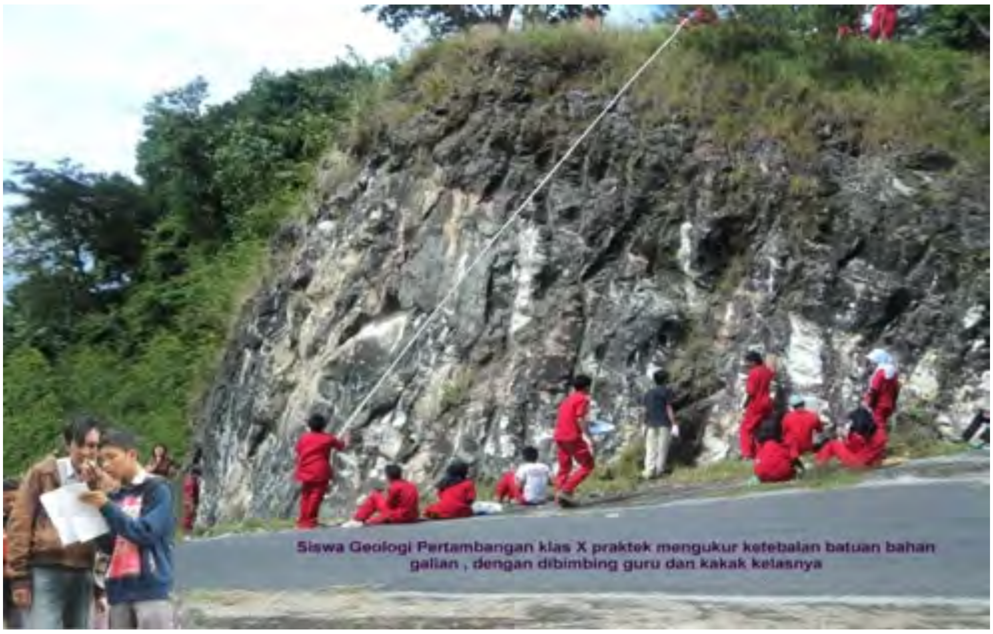


Gambar 1.57. Batuan sedimen Klastik Golongan Detritus kasar : Batupasir Perhatikan kenampakkan struktur batuannya yang berlapis .



Gambar 1.56. Batuan sedimen Klastik Golongan Detritus kasar : Batupasir

Perhatikan kenampakkan struktur batuannya yang berlapis dan warnanya yang putih karena mengandung gelas vulkanik (batupasir tuff an)



Gambar 1.56. Batuan sedimen Klastik Golongan Detritus kasar : Batupasir. Perhatikan kenampakkan struktur batuannya yang berlapis dan warnanya pada bagian atas berbeda dengan bagian bawah, juga pada bagian atas lebih menonjol sebagai indikasi batunya lebih resisten disebabkan ukuran butirnya lebih kasar.

b) Gambar jenis batuan sedimen Klastik Golongan Detritus Halus





Gambar 1.57. Batuan sedimen Klastik Golongan Detritus halus , batulempung, perhatikan tidak tampak bidang perlapisannyadan perhatikan pula pecahannya yang membulat (konkoidal) sebagai ciri khas batulempung.





Gambar1.57. Batuan sedimen Klastik Golongan Detritus halus Shale (serpih), perhatikan mulai tampak bidang perlapisannya yang menyerpih.

c) Gambar jenis batuan sedimen Golongan Karbonat





. (a) (b)





. (c) (d)

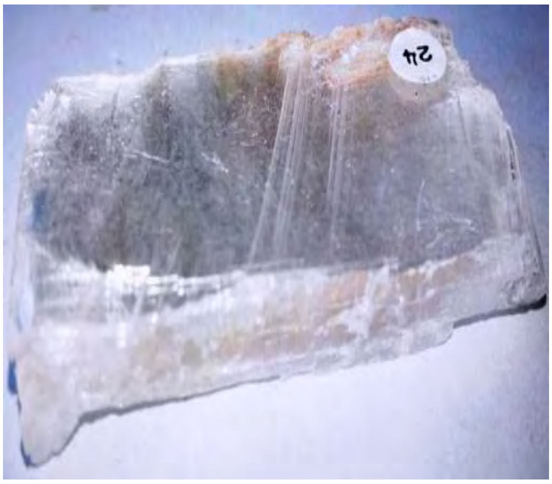
Gambar1..58. Batuan sedimen batu Gamping Klastik , kalkarenit (a) , batu gamping non klastik batu gamping kristalin (b) dan batu gamping berfosil (c dan d)

d) Gambar jenis batuan sedimen Non klastik Golongan Silika



Gambar 1. .59. batuan sedimen Non klastik Golongan Silika batu Rijang (chert)

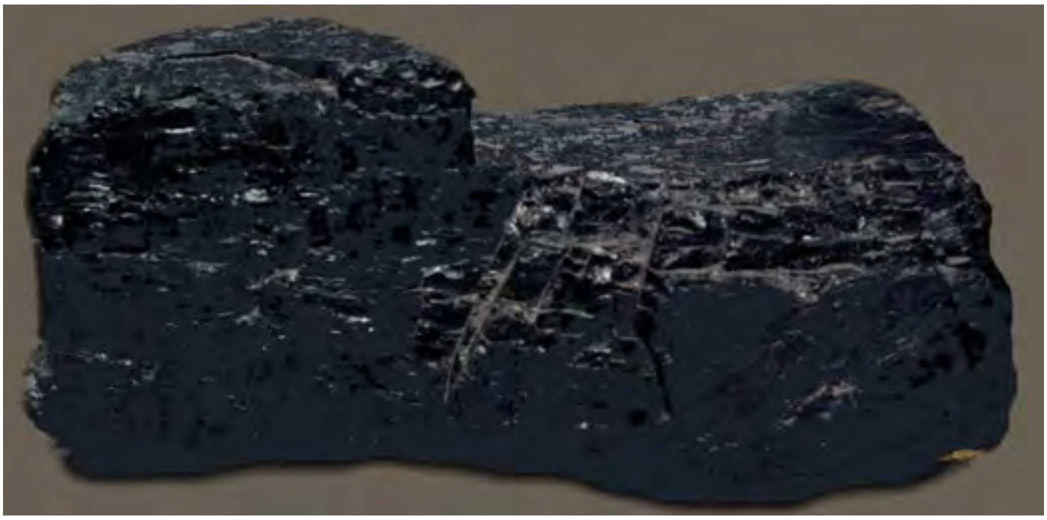
e) Gambar jenis batuan sedimen Non klastik Golongan Evaporit

. (a) (b)

Gambar 1. .60. batuan sedimen Non klastik Golongan Evaporit : batu garam (a), Gypsum (b)

f) Gambar jenis batuan sedimen Non klastik Golongan Batubara



Gambar 1. 61. jenis batuan sedimen Non klastik Golongan Batubara, batu Antrasit



Gambar : Batubara sebagai bahan bakar.

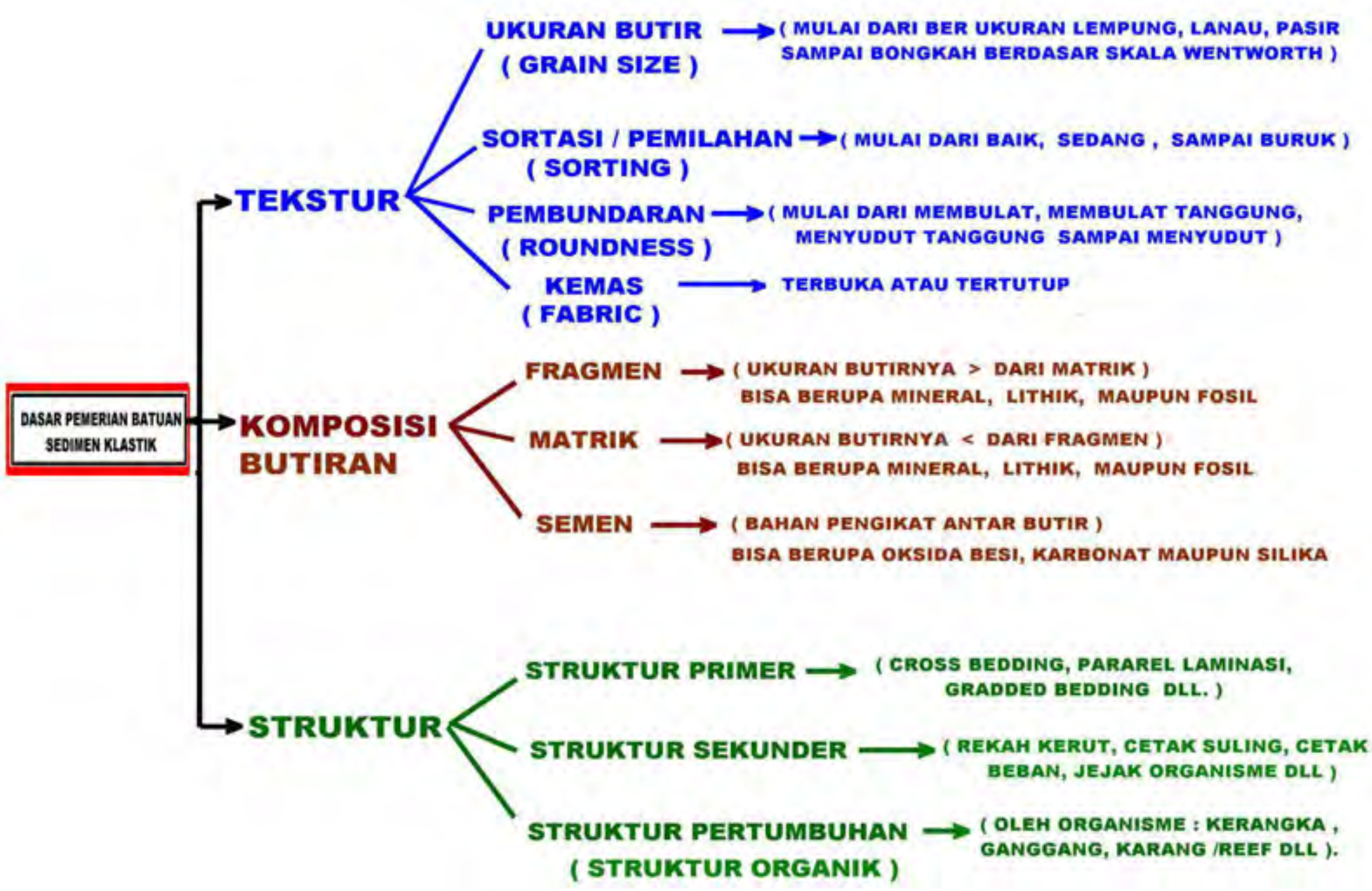
5. DASAR PEMERIAN / DISKRIPSI BATUAN SEDIMEN KLASTIS

Pemerian batuan sedimen klastis di dasarkan pada pengamatan Teksturnya, pengamatan komposisi butirannya dan pengamatan strukturnya.

- Pengamatan Tekstur meliputi : Ukuran butir nya, Sortasi / Pemilahan, Pembundaran, dan Fabric atau Kemasnya
- Pengamatan Komposisi butirnya meliputi : Fragmen, Matriks dan semennya
- Pengamatan struktur : meliputi struktur primer, dan pertumbuhan .

Mengenai penjelasan apakah tekstur, komposisi butir dan struktur secara rinci akan dapat kalian baca pada halaman berikutnya ini.

Skema pemerian batuan sedimen klastik dapat kalian lihat seperti di bawah ini :



Gambar Skema : Dasar Pemerian Batuan Sedimen Klastis

6. MENENTUKAN TEKSTUR BATUAN SEDIMEN KLASTIS

Tekstur batuan sedimen adalah : suatu kenampakkan yang berhubungan dengan ukuran butir , bentuk butir serta susunan butir tersebut (Pettijohn, 1975). Butiran tersusun dan terikat oleh semen dan masih ada rongga diantara butirnya. Pembentukan tekstur ini dikontrol oleh media dan cara transportasinya (Jackson , 1970 ; Reineck and Singh , 1975).

Pembahasan tekstur akan meliputi :

1. Ukuran butir
2. Pemilahan (sortasi)
3. Kebundaran
4. Kemas (fabric)

1. Ukuran Butir

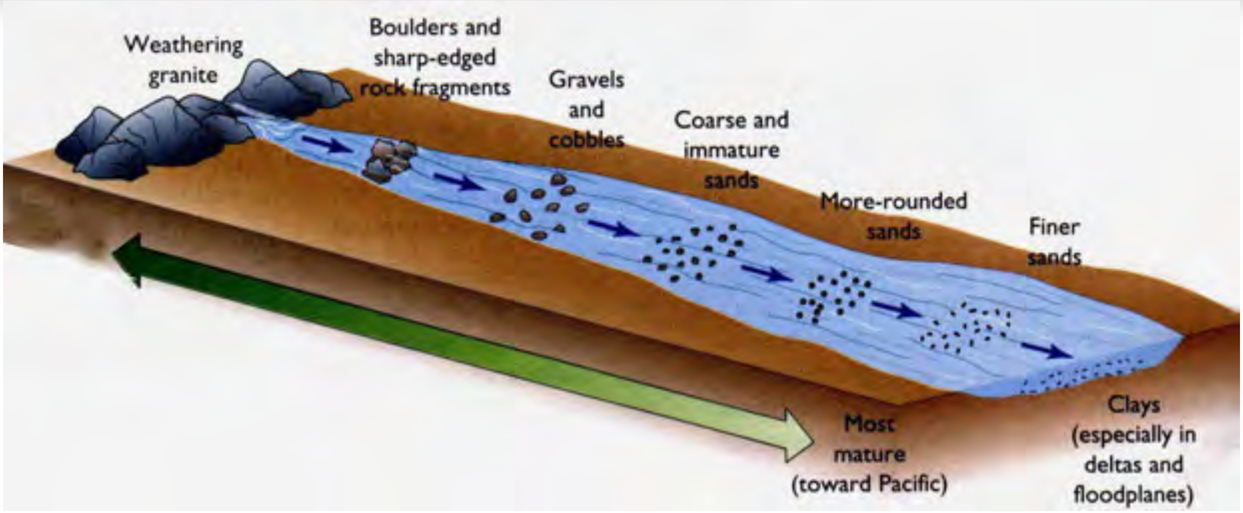
Fosil , mineral dan fosil dalam batuan sedimen dianggap sebagai butiran.

Pemerian ukuran butir nya didasarkan pada skala Wentworth , 1922 sbb. :

Grain Size (mm)	Name of the Size Class	Sediment Name		Rock Name		Example
>256	Boulders	Boulders, cobbles, pebbles, granules		Conglomerate if round in shape, or breccia if the particles are angular		
64–256	Cobbles					
4–64	Pebbles					
2–4	Granules					
1–2	Very coarse sand	Sand		Sandstone		
½–1	Coarse sand					
¼–½	Medium sand					
⅛–¼	Fine sand					
1/16–⅛	Very fine sand					
1/16–1/256	Silt	Silt	Mud (a mixture of silt & clay)	Siltstone	Mudstone	
<1/256	Clay	Clay		Claystone		

Wentworth' Scale

Gambar 1.63. Skala Wentworth



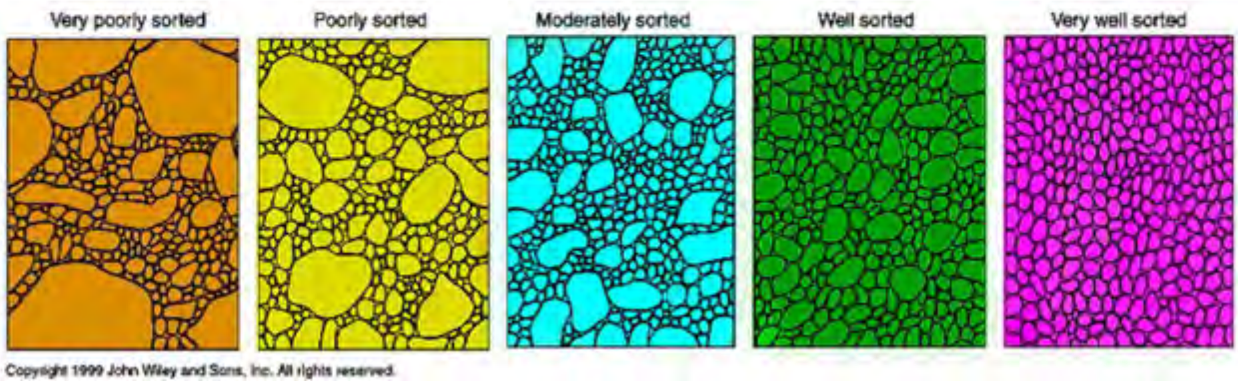
Gambar 1 . 64. batuan asal (granite) dengan jarak transportasi yang membentuk butiran mulai berukuran Boulder – Gravel – pasir – lempung , didalam cekungan sedimentasi.

2. Pemilahan (sortasi)

Pemilahan adalah keseragaman dari ukuran besar butir penyusun batuan sedimen. Artinya bila semakin seragam ukuran dan besar butirnya maka pemilahannya semakin baik .

a **b** **c** **d**

e



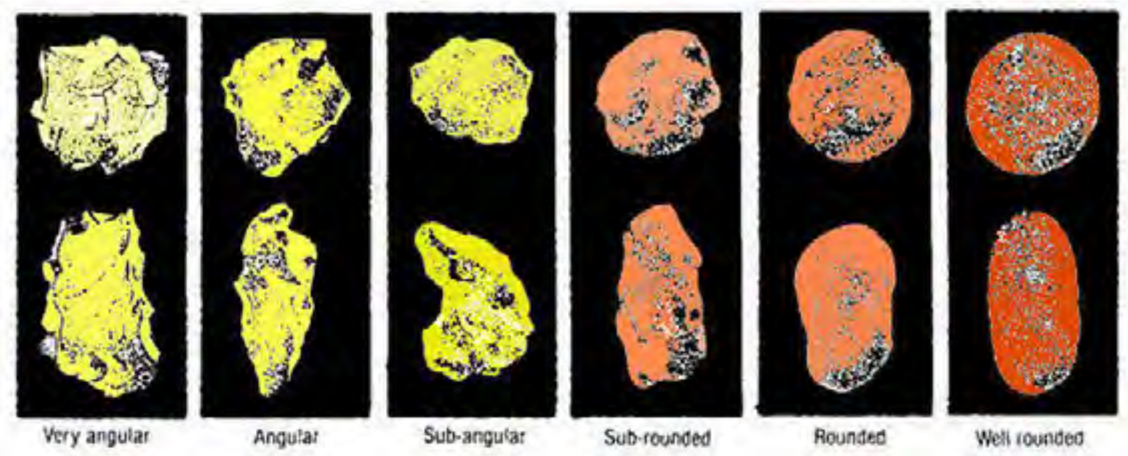
Gambar 1. 65. Pemilahan pada batuan sedimen

a. Pemilahan sangat buruk (*very poorly sorted*)
b. Pemilahan buruk (*poorly sorted*)
c. Pemilahan sedang (*moderately sorted*)
d. Pemilahan baik (*well sorted*)
e. Pemilahan sangat baik (*very well sorted*)

3. Kebundaran (roundness)

Kebundaran adalah nilai membulat atau nilai meruncingnya butiran, dimana sifat ini hanya bisa diamati pada batuan sedimen klastik berukuran sedang sampai bongkah . Derajat kebundaran dibagi menjadi :

- Sangat menyudut (*very angular*)
- Menyudut (*angular*)
- Menyudut tanggung (*subangular*)
- Membulat tanggung (*subrounded*)
- Membulat (*rounded*)
- Membulat baik (*wellrounded*).







Gambar 1.66. Derajad kebundaran (roundness)

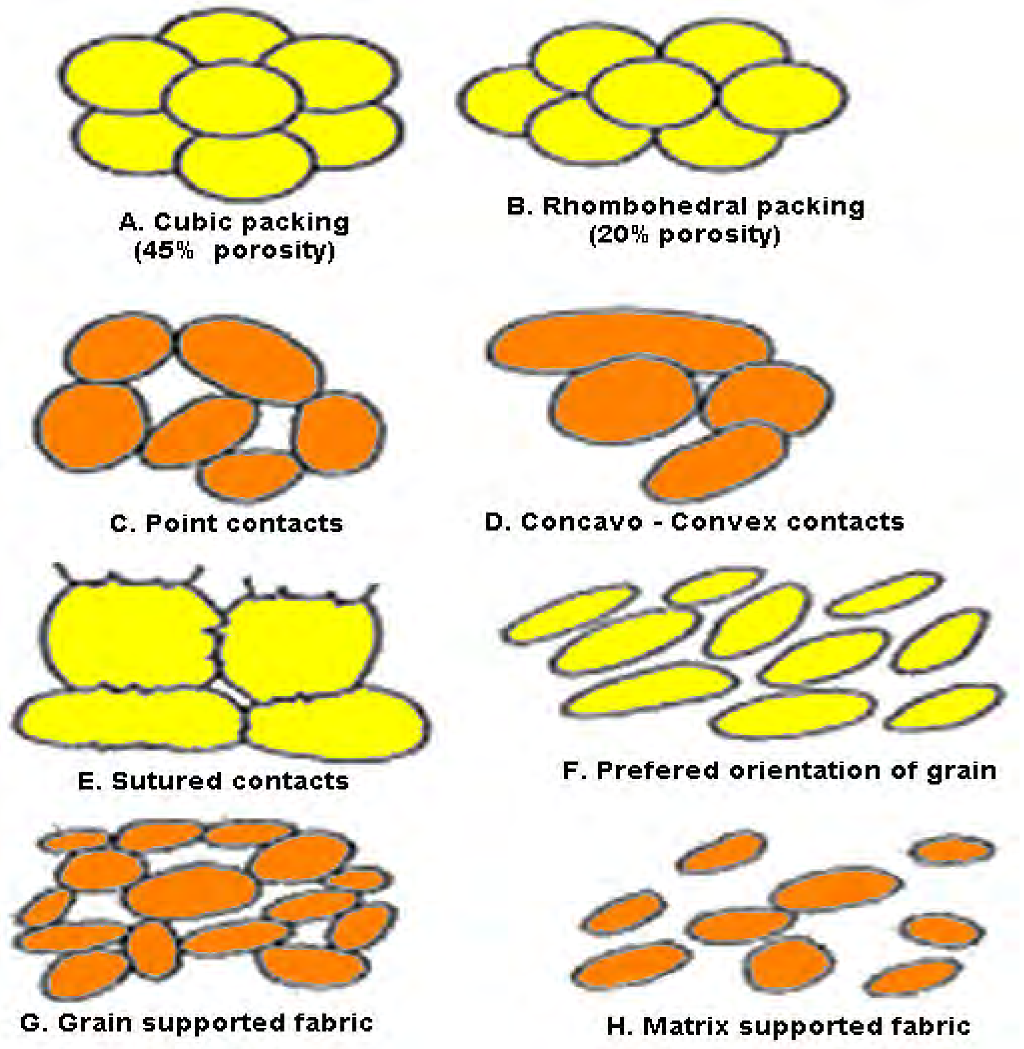
4. Kemas (fabric)

Kemas yaitu hubungan antar butiran didalam batu tersebut. Dalam batuan sedimen klastik dikenal 2 macam kemas , yaitu :

- Kemas terbuka (apabila butiran tidak saling bersentuhan / mengambang di dalam matrik.
- Kemas tertutup (apabila butiran saling bersentuhan satu sama lainnya).

Tetapi ada juga ahli (Petti John, 1975) yang membagi lebih detail lagi Kemas / fabric ini , yaitu menjadi :

A. Cubic packing , dengan porositas 45%
B. Rhombohedral packing dengan porositas 20%
C. Point contacts
D. Concavo – convex contacts
E. Sutured contacts
F. Prefered orientation of grain
G. Grain supported fabric
H. Matrix supported fabric



Gambar 1. .67. Jenis jenis kemas / fabric (Petti John ,1975.)

Cara menentukan tekstur pada batuan sedimen klastik

Untuk menentukan tekstur batuan sedimen klastik langkahnya adalah sebagai berikut:

- Amati sampel batuan yang kalian pegang , kemudian ukurlah diameter rata rata dari butiran yang ada dalam batu tersebut , kemudian harga tersebut dimasukkan ke dalam skala Wentwoth, misal akan ketemu dengan kisaran pasir sedang – pasir kasar.

  Berarti ukuran butir nya telah ketemu berukuran pasir sedang – pasir kasar

.● Amati keseragaman dari besar butiran tersebut . Karena berukuran pasir sedang – pasir kasar (dari contoh misal) berarti Pemilahan nya sedang.

- Amati derajad pembundaran dari butiran dalam batu tersebut. Misal ketemu subrounded.

- Amati kemas nya , misal ketemu Kemas terbuka .

Dari hasil data tersebut maka Tekstur batuan sedimen ini dapat ditulis sebagai berikut :

Tekstur :	- Ukuran butir	: pasir sedang – pasir kasar
	- Pemilahan	: sedang
	- Bentuk butir	: subrounded
	- Kemas	: terbuka

7. CARA MENENTUKAN STRUKTUR PADA BATUAN SEDIMEN KLASTIK

Struktur sedimen merupakan suatu kelainan dari perlapisan normal dari batuan sedimen yang diakibatkan oleh proses pengendapan dan keadaan energi pembentuknya.

Pembentukan struktur sedimen ini dapat terjadi pada waktu bersamaan dengan terbentuknya batuan maupun segera setelah proses pengendapan (Pettijohn and Potter , 1964 ; RP. Koesoemadinata , 1981).

Dengan kata lain, struktur sedimen adalah kenampakkan batuan sedimen dalam dimensi yang lebih besar . Study struktur sedimen paling baik dilakukan di lapangan (Pettijohn, 1975). Sebab dalam contoh setangan (*hand specimen*t) biasanya struktur sedimen tidak terlihat.

Berdasarkan genesa / asalnya, struktur sedimen yang terbentuk dapat dikelompokkan menjadi tiga macam , yaitu : Stuktur sedimen Primer, Sekunder dan Organik.

1. Struktur sedimen Primer

Struktur ini terbentuk saat proses sedimentasi , dengan demikian dapat merefleksikan mekanisme dari pengendapannya .

Contoh struktur sedimen primer adalah :

- struktur perlapisan ,
- struktur gelembur gelombang ,
- perlapisan silang siur ,
- struktur konvolut ,
- perlapisan bersusun (*gradded bedding*) dll.

Struktur yang paling penting dari di atas adalah struktur perlapisan, karena struktur perlapisan ini merupakan sifat utama dari batuan sedimen klastik yang menghasilkan bidang bidang sejajar sebagai hasil dari proses pengendapan .

Faktor faktor yang mempengaruhi kenampakkan adanya struktur perlapisan adalah :

- Adanya perbedaan warna mineral ,
- Adanya perbedaan ukuran besar butir ,
- Adanya perbedaan komposisi mineral ,
- Adanya perubahan macam batuan ,
- Adanya perubahan struktur sedimen ,
- Adanya perubahan kekompakkan batuan .

Macam macam dari struktur perlapisan adalah sebagai berikut :

- Masif : bila tidak menunjukkan struktur dalam atau ketebalan lebih dari 120 cm
- Perlapisan sejajar : yaitu bila bidang perlapisan saling sejajar .
- Laminasi : yaitu perlapisan sejajar yang ukuran / ketebalannya < 1cm.
- Perlapisan laminasi ini terbentuk dari suspensi tanpa energi mekanis .
- Perlapisan pilihan / gradded bedding : yaitu bila perlapisan disusun atas butiran yang berubah teratur dari halus ke kasar pada arah vertikal . Terbentuk oleh arus pekat.
- Perlapisan silangsiur : yaitu perlapisan yang membentuk sudut terhadap bidang lapisan yang berada diatas atau dibawahnya dan dipisahkan oleh bidang erosi , terbentuk akibat intensitas arus yang berubah rubah .

Lapisan oleh Mc.Ke and Weir , 1953) digolongkan menjadi 6 , yaitu :

1. Lapisan sangat tebal (>120 cm),
2. Lapisan Tebal (60 cm) ,
3. Lapisan tipis (5 cm) ,
4. Lapisan sangat tipis (1 cm) ,
5. Laminasi (> 0,2 – 1 cm) ,
6. Laminasi tipis (0,2 cm).

2. Struktur sedimen Sekunder

Struktur sedimen sekunder ialah struktur sedimen yang terbentuk sesudah sedimentasi. Atau sebelum diagenesa atau pada waktu diagenesa . Struktur ini merefleksikan keadaan lingkungan pengendapannya , misalnya keadaan dasar cekungan , lereng dan lingkungan organisnya .

Contoh struktur sedimen sekunder ialah :

- struktur cetak beban

  cetak beban terjadi akibat pembebanan pada sedimen yang masih plastis .
- struktur rekah kerut

  rekah kerut pada permukaan bidang perlapisan terjadi akibat proses penguapan.
- gelembur gelombang

  gelembur gelombang terjadi akibat pergerakan angin atau air.
- jejak binatang

  bekas jejak binatang , dapat sebagai bekas rayapan , tempat berhenti binatang .

3. Struktur sedimen Organik

Struktur sedimen organik adalah struktur sedimen yang terbentuk oleh kegiatan organisme seperti : molusca , cacing atau binatang lainnya .

Contoh struktur organik ini ialah : struktur kerangka , struktur laminasi pertumbuhan

Evaluasi :

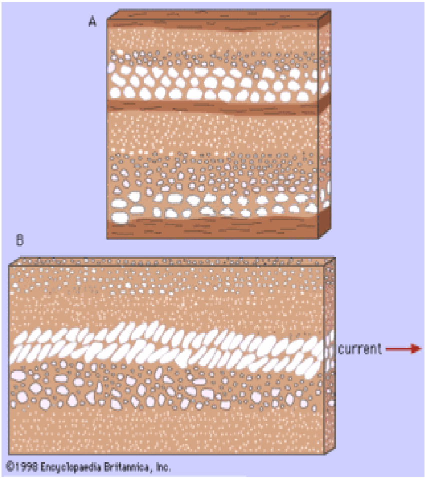
1. Jelaskan perbedaan proses sedimentasi secara mekanik dengan proses secara kimiawi
2. Jelaskan mengenai arus turbidit yang kalian pahami.
3. Sebutkan dan gambarlah 8 tekstur pada batuan sedimen
4. Sebutkan dan gambarlah 8 struktur pada batuan sedimen
5. Jelaskan proses terbentuknya tekstur struktur pararel laminasi, cross laminasi dan reverse gradded bedding yang terdapat pada batuan sedimen klastik batu pasir.
6. Sebutkan difinisi dari “diagenesa” pada batuan sedimen.
7. Sebutkan dan berilah penjelasan mengenai tahapan proses diagenesa dalam hubungan nya dengan terbentuknya batuan sedimen.

8. Jelaskan 3 perbedaan prinsip antara batuan sedimen klastik dengan batuan sedimen , non klastik.
9. Sebutkan 5 ciri ciri yang menunjukkan perlapisan pada suatu batuan sedimen.
10. Sebutkan 8 nama batuan sedimen klastik, 8 nama batuan sedimen karbonat dan 8 nama batuan sedimen non klastik

Dibawah ini contoh gambar bermacam macam struktur sedimen

Gambar1.68 Struktur Sedimen Perlapisan







Struktur masif Struktur Gradded

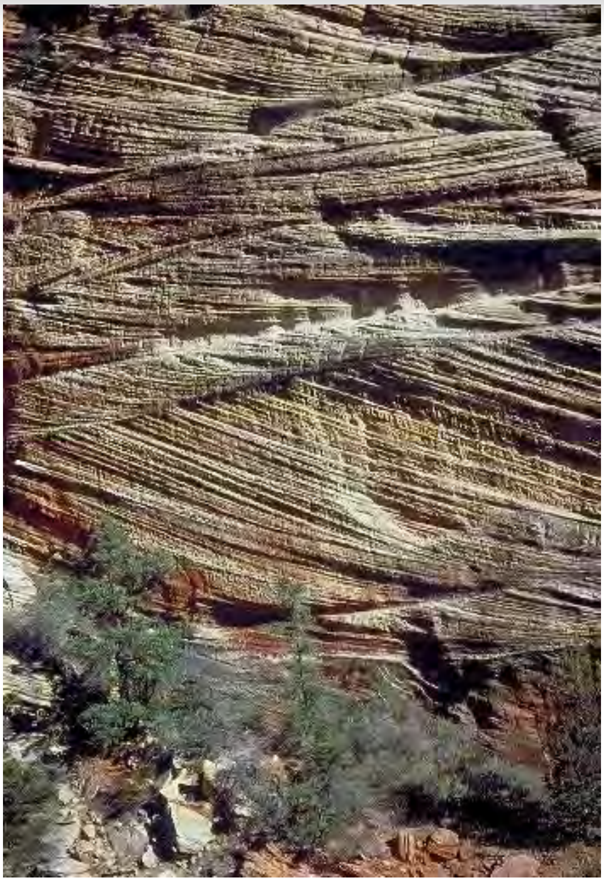
Bedding : (A) normal , (B) reverse



.



. Struktur Convolute laminasi Struktur Pararel laminasi





Struktur Cross bedding

Struktur Cross Laminasi





Struktur Lenticular bedding

Struktur Flame (lidah api)

Gambar 1.69. Struktur sedimen sekunder





Struktur sedimen mudcrack



Struktur sedimen Concentris



Struktur sedimen Gelembur gelombang

Gambar 1.70. Struktur sedimen organic





Struktur sedimen bioturbasi   Struktur sedimen Flute cast

8. Cara Menentukan Komposisi Butiran Pada Batuan Sedimen Klastik

Komposisi butiran dipakai untuk menggantikan Komposisi mineral, mengingat dalam komposisi batuan sedimen kadang dijumpai material yang bukan mineral seperti contohnya dijumpai fosil, juga dalam batuan sedimen maka mineral, fosil, pecahan batu atau lithik , semuanya dianggap sebagai butiran, maka itu disini komposisi mineral diganti dengan komposisi butiran (penulis, 2013)

Komposisi butiran dari batuan sedimen klastis dalam diskripsi / pemeriannya kita amati dalam 3 bagian / 3 komponen yang ada dalam batu tersebut .

Ke tiga bagian tersebut adalah :   Fragmen,   Matrik   dan Semennya

- **Fragmen**

Fragmen adalah bagian butiran yang ukurannya paling besar dan dapat berupa pecahan pecahan batuan , mineral , fosil , atau zat organik lainnya .

- **Matrik**

Matrik adalah bagian butiran yang ukurannya lebih kecil dari fragmen dan terletak diantara fragmen sebagai massa dasar . Matrik dapat berupa pecahan batuan , mineral atau fosil yang berukuran lebih kecil dibandingkan fragmen **.**

- **Semen**

Semen adalah bukan butiran , tetapi material pengisi rongga antar butir dan sebagai bahan pengikat diantara fragmen dan matrik. Bentuknya amorf atau kristalin .

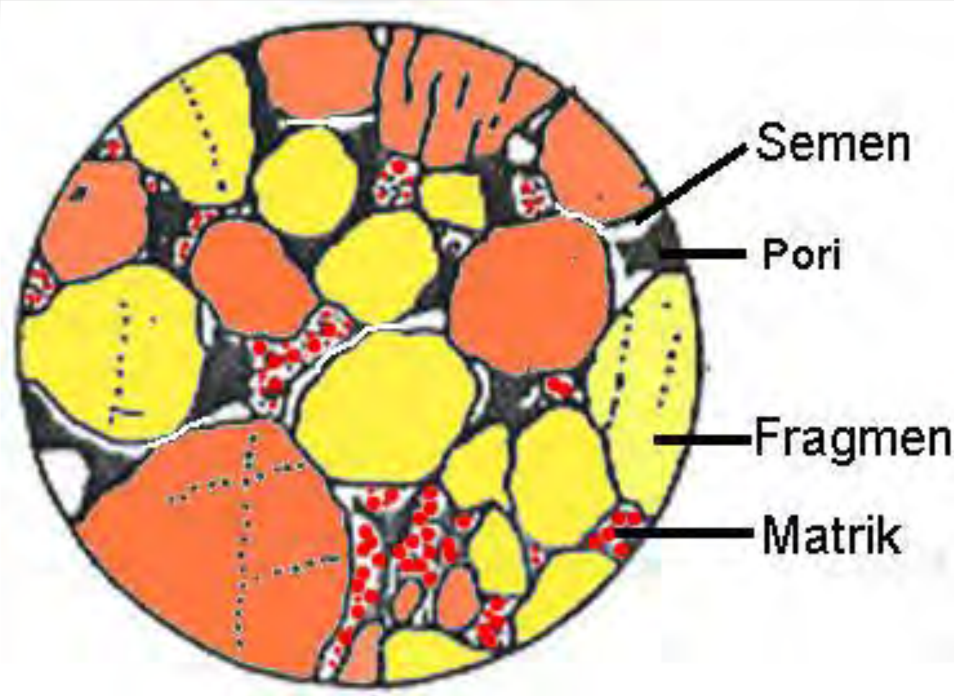
Semen yang lazim adalah :

- semen karbonat (kalsit , dolomit) dicirikan bila ditetesi Hcl akan membuih
- semen silika (kalsedon , kwarsa) dicirikan berwarna terang
- semen oksida besi (limonit , hematit , siderit) berwarna gelap atau kemerahan

Pada batuan sedimen klastik dedtritus halus (contoh : batulempung, lanau , dan serpih) maka semen tidak harus ada karena butiran dapat saling terikat oleh kohesi masing masing butiran

Evaluasi :

Jelaskan dengan disertai gambar perbedaan antara Fragmen, matriks dan semen dalam batuan sedimen klastik.



Gamba1. 71. sebuah batuan sedimen klastis detirus sedang sampai kasar , yang memperlihatkan susunan dari matrik , fragmen , pori dan semen

9. Cara Menentukan Tekstur Pada Batuan Sedimen Nonklastik

Berbeda dengan tekstur pada batuan sedimen klastis yang terdiri dari 4 unsur (ukuran butir , pemilahan , kebundaran dan kemas) , maka tekstur pada batuan sedimen non klastis hanya langsung dibedakan menjadi dua saja , yaitu apakah batuan sedimen klastis yang diamati ber tekstur Kristalin atau bertekstur Amorf .

- **Tekstur Amorf**

  Terdiri dari mineral yang tidak punya bentuk kristal atau amorf (non kristalin)

- **Tekstur Kristalin**

  Terdiri dari kristal kristal yang interlocking (saling mengunci) satu sama lain .
  Pemerian / diskripsi untuk tekstur yang kristalin dapat memakai skala Wentworth
  Dengan modifikasi , sebagai berikut dibawah ini :

NAMA BUTIR	BESAR BUTIR
Berbutir Kasar	2 mm
Berbutir Sedang	1/16 mm
Berbutir Halus	1/256 mm
Berbutir Sangat Halus	<1/256 mm

10. Cara Menentukan Struktur Pada Batuan Sedimen Nonklastik

Struktur batuan sedimen non klastik terbentuk dari proses reaksi kimia ataupun kegiatan organik.

Penentuan struktur berdasar pengamatan sampel batuan ataupun dilapangan lalu didiskripsikan berdasarkan kenampakkannya pada tubuh batuan tersebut dan dikom pilasi / kesebandingan dengan contoh gambar struktur yang ada dibuku pustaka .

Macam struktur yang penting pada batuan sedimen non klastik antara lain :

- Struktur Fossiliferous : ialah struktur yang ditunjukkan oleh adanya fosil atau komposisi yang terdiri dari fosil (terdapat pada batuan sedimen organik).
- Struktur Oolitik : ialah struktur dimana suatu fragmen klastik diselubungi oleh mineral nonklastik , bersifat konsentris dengan diameter berukuran < 2mm.
- Struktur Pisolitik : sama dengan Oolitik tetapi ukuran diameternya > 2mm.
- Struktur Konkresi : sama dengan Oolitik tetapi tidak menunjukkan sifat konsentris.
- Struktur Cone in Cone : struktur pada batu gamping kristalin yang menunjukkan pertumbuhan kerucut per kerucut .
- Struktur Bioherm : struktur yang tersusun oleh organisme murni dan bersifat insitu.
- Struktur Biostrome : seperti Bioherm tetapi bersifat klastik / berlapis.
  Bioherm dan Biostrome merupakan struktur luar yang hanya tampak dilapangan.
- Struktur Septaria : Sejenis struktur konkresi, tetapi mempunyai komposisi lempungan . Ciri khasnya adanya rekahan rekahan yang tidak teratur akibat penyusutan bahan bahan lempungan tersebut karena proses dehidrasi, kemudian celah celah yang terbentuk terisi oleh kristal kristal karbonat berukuran kasar .
- Struktur Geode : banyak dijumpai pada batu gamping, berupa rongga rongga yang terisi oleh kristal kalsit atau kwarsa yang tumbuh kearah pusat rongga tersebut.

● Stuktur Stylolit : merupakan hubungan antar butir yang bergerigi .

11. Cara Menentukan Komposisi Mineral Pada Batuan Sedimen Nonklastik

Komposisi mineral pada batuan sedimen nonklastik sangat penting di diskripsikan, karena sangat menentukan dalam penamaan batuannya. Komposisi mineral pada batuan sedimen nonklastik biasanya hanya terdiri dari satu atau dua macam mineral.

● Batugamping nonklastik hanya terdiri dari mineral kalsit dan atau dolomit .

● Batu rijang atau batu chert komposisinya mineral kalsedon.

● Batu gypsum komposisinya mineral gypsum

● Batu anhidrite komposisinya mineral anhidrite .

H. BATUAN SEDIMEN KARBONAT

Batuan sedimen karbonat adalah batuan sedimen dengan komposisi lebih dari 55 % terdiri dari mineral mineral atau garam garam karbonat , yang secara umum meliputi Batugamping dan dolomit . Proses terbentuknya batuan karbonat ini dapat terjadi secara insitu berasal dari larutan yang mengalami proses kimia maupun biokimia dimana organisme ikut berperan , atau dapat pula batuan karbonat ini terjadi dari butiran rombakan yang mengalami transportasi secara mekanik lalu diendapkan di tempat lain. Jadi dapat disimpulkan bahwa batuan karbonat ini dapat dibagi menjadi dua yaitu Batuan karbonat / Batugamping Nonklastik dan Batugamping Klastik .

Seluruh proses terbentuknya batugamping klastik maupun non klastik tersebut berlangsung pada lingkungan air laut, jadi praktis bebas dari dedtritus asal darat .

Contoh Batugamping Nonklastik . (pada umumnya mono mineral) yaitu :

- Bioherm , biostrome (hasil dari biokimia) ; Travertin (hasil larutan kimia).
- Batugamping fosfat , batugamping dolomit (hasil dari replacement).

1. Klasifikasi Batuan Sedimen Karbonat
Klasifikasi batuan karbonat :

1. Klasifikasi Grabau (1954)
   a. Calcirudite (> 2 mm)
   b. Calcarenite (1/16 – 2 mm)
   c. Calcilutite (< 1/16 mm)
   d. Calcipulverite- hasil presipitasi kimiawi, example : Batugamping kristalin
   e. Batugamping organik hasil pertumbuhan organisme secara insitu, ex. Terumbu dan stromatolite

BATUAN KARBONAT			
KLASTIK		NON KLASTIK	
Dominan Detirtus karbonat	Dominan Detritus Fosil	Pertumbuhan Fosil	Kristalin
Kalsirudite (ukuran rudite)	Batugamping Bioklastik	Batugamping kera ngka koral	Batugamping kristalin
Kalkarenite (ukuran arenit)			
Kallsilutite (ukuran lutite)			

Tabel 1.12. Klasifikasi Grabau (1954)

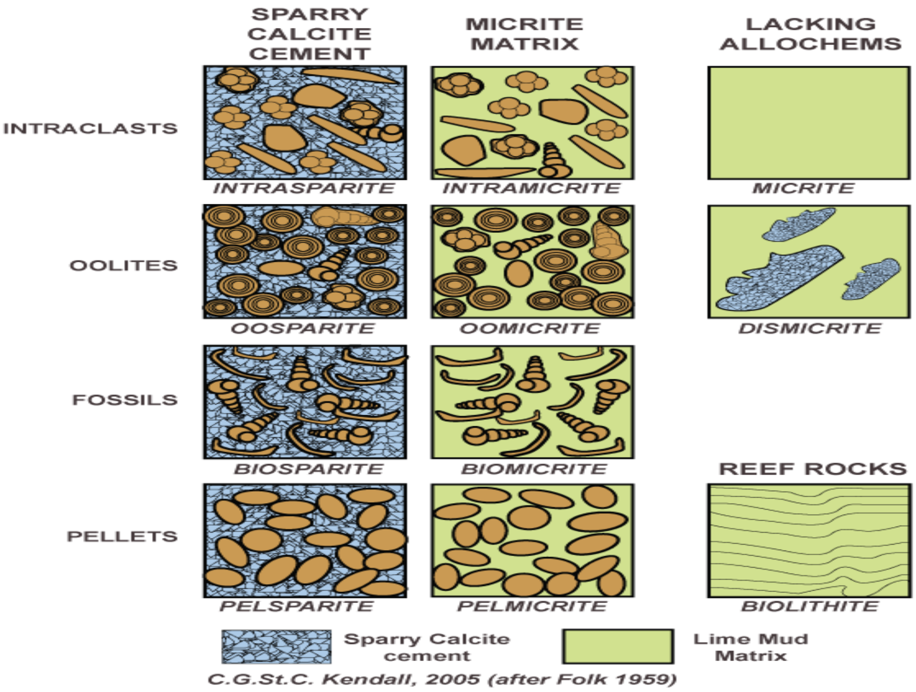
2. Klasifikasi Folk (1959)
   Menurut Folk, ada 3 macam komponen utama penyusun batugamping
   a. Allochem, hasil presipitasi kimiawi atau biokimia yang telah mengalami transportasi (intrabasinal), analog dengan butiran pasir atau gravel. Ada 4 macam : intraclast, oolite, pellet, dan fosil.
   b. Mycrocrystalline calcite ooze (micrite), analog dengan lempung pada batulempung atau matrik lempung pada batupasir.
   c. Sparry calcite (sparite), analog dengan semen pada clean sandstone.

Berdasarkan perbandingan relatif antara allochem, micrite, dan sparite serta jenis allochem yang dominan maka nama nama batu nya adalah sebagai berikut :

a. Allochemical rocks (allochem > 10%)
b. Microcrystaline rocks (allochem <10%) .

Volumetric Allochem Composition		>10% Allochems ALLOCHEMICAL ROCKS (I AND II): Sparry Calcite Cement > Microcrystalline Ooze Matrix — SPARRY ALLOCHEMICAL ROCKS (1)	>10% Allochems ALLOCHEMICAL ROCKS (I AND II): Microcrystalline Ooze Matrix > Sparry Calcite Cement — MICROCRYSTALLINE ALLOCHEMICAL ROCKS (2)	<10% Allochems MICROCRYSTALLINE ROCKS (III): 1-10% Allochems	<10% Allochems MICROCRYSTALLINE ROCKS (III): <1% Allo-chems	UNDISTURBED BIOHERM ROCKS (IV)
>25% Intra-clasts (i)		Intrasparrudite (Ii:Lr) Intrasparite (Ii:La)	Intramicrudite (IIi:Lr) Intramicrite (IIi:La)	Most Abundant Allochem — Intraclasts: Intraclast-bearing Micrite (IIIi:Lr or La)	Micrite (IIIm:L); if disturbed, Dismicrite (IIImX:L); if primary dolomite, Dolomicrite (IIImD)	Biolithite (IV:L)
<25% Intraclasts	>25% Oolites (O)	Oosparrudite (Io:Lr) Oosparite (Io:La)	Oomicrudite (IIo:Lr) Oomicrite (IIo:La)	Oolites: Oolite-bearing Micrite (IIIo:Lr or La)		
<25% Intraclasts, <25% Oolites, Volume Ratio of Fossils to Pellets	>3:1 (b)	Biosparrudite (Ib:Lr) Biosparite (Ib:La)	Biomicrudite (IIb:Lr) Biomicrite (IIb:La)	Fossils: Fossiliferous Micrite (IIIb:Lr, La, or L1)		
<25% Intraclasts, <25% Oolites, Volume Ratio of Fossils to Pellets	3:1 - 1:3 (bp)	Biopelsparite (Ibp:La)	Biopelmicrite (IIbp:La)	Pellets: Pelletiferous Micrite (IIIp:La)		
<25% Intraclasts, <25% Oolites, Volume Ratio of Fossils to Pellets	<1:3 (p)	Pelsparite (Ip:La)	Pelmicrite (IIp:La)			

Tabel 1.13. Penamaan Batugamping (Folk, 1959)



Tabel 1.14. Penamaan Batugamping (Folk, 1959, diperbarui oleh Kendall 2005)

3. Klasifikasi Dunham (1962)

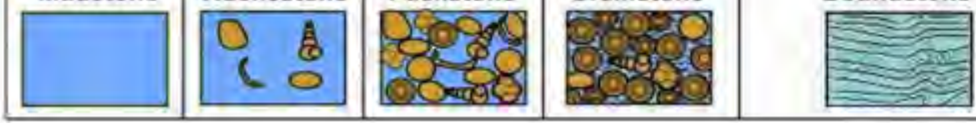
Klasifikasi Dunham (1962) Klasifikasi ini didasarkan pada tekstur deposisi dari batugamping, karena menurut Dunham dalam sayatan tipis, tekstur deposisional merupakan aspek yang tetap.

Kriteria dasar dari tekstur deposisi yang diambil Dunham (1962) berbeda dengan Folk (1959).

Kriteria Dunham lebih condong pada fabrik batuan, misal mud supported atau grain supported bila dibandingkan dengan komposisi batuannya. Variasi kelas-kelas dalam klasifikasi didasarkan pada perbandingan kandungan lumpur. Dari perbandingan lumpur tersebut dijumpai 5 klasifikasi Dunham (1962). Nama nama tersebut dapat dikombinasikan dengan jenis butiran dan mineraloginya.

Batugamping dengan kandungan beberapa butir (<10%) di dalam matriks lumpur karbonat disebut mudstone dan bila mudstone tersebut mengandung butiran yang tidak saling bersinggungan disebut wackestone. Lain halnya apabila antar butirannya saling bersinggungan disebut packstone / grainstone.Packstone mempunyai tekstur grain supported dan punya matriks mud. Dunham punya istilah Boundstone untuk batugamping dengan fabrik yang mengindikasikan asal-usul komponen - komponennya yang direkatkan bersama selama proses deposisi.

Original components not bound together at deposition				Original components bound together at deposition. Intergrown skeletal material, lamination contrary to gravity, or cavities floored by sediment, roofed over by organic material but too large to be interstices
Contains mud (particles of clay and fine silt size)			Lacks Mud	
Mud-supported		Grain-supported		
Less than 10% Grains	More than 10% Grains			
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone



Tabel 1.15 Penamaan Batugamping (Dunham, 1962)

4. Klasifikasi Embry & Klovan (1971)

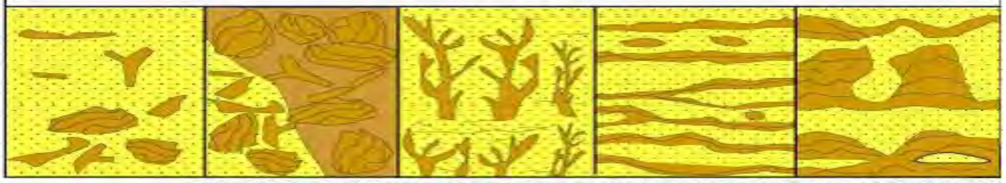
Merupakan pengembangan dari klasifikasi Dunham (1962). Seluruhnya didasarkan pada tekstur pengendapan dan lebih tegas di dalam ukuran butir, yaitu ukuran grain >= 0,03-2 mm dan ukuran lumpur karbonat < 0,03 mm.

Berdasarkan cara terjadinya, Embry & Klovan membagi batugamping menjadi 2 kelompok:

a. Batugamping allochthon : mudstone, wackestone, packstone, floatstone, dan rudstone.

b. Batugamping autochthon : bafflestone, bindstone, dan framestone.

Allochthonous		Autochthonous		
Original components not bound organically at deposition		Original components bound organically at deposition		
>10% grains>2mm				
Matrix supported	Supported by >2mm component	By organisms that act as baffles	By organisms that encrust and bind	By organisms that build a rigid framework
Floatstone	Rudstone	Bafflestone	Bindstone	Framestone



Textural classification of reef limestones after Embry & Klovan (1971) and James (1984)

Tabel 1.16. Klasifikasi Embry & Klovan (1971)

Apabila batuan karbonat non Klastik menurut Petti John, 1975 apabila komposisinya terdiri dari fosil maka namanya adalah Batu gamping kerangka koral, apabila komposisinya terdiri dari Kristal Kristal kalsit maka namanya adalah batu gamping kristalin (crystalin carbonat).

Pemerian batuan sedimen karbonat pada prinsipnya hampir sama dengan pemerian batuan sedimen yang lainnya (yang telah dibahas diatas) hanya saja ada perbedaan mengenai istilah saja dalam hal pemerian tekstur (khususnya pada istilah ukuran butirnya) dan berbeda pula dalam istilah pada komposisi mineralnya untuk batugamping ini.

Perbedaan istilah itu sebagai berikut :

Pada tekstur untuk istilah ukuran butir memakai istilah :

- Rudite (> 1 mm – 1mm)
- Arenite (0,062mm – 1mm),
- Lutite (< 0,062 mm).

Pada komposisi mineral untuk istilah :

- Fragmen diganti dengan Allochem ,
- Matrik diganti dengan Mikrit dan
- Semen diganti dengan Sparit .

Juga istilah lithic atau pecahan batuan diganti dengan Intraclast. (kalian baca lagi "Menentukan tekstur pada batuan sedimen klastik" dan "Menentukan Komposisi mineral pada batuan sedimen klastik").

2. KOMPOSISI BATUAN KARBONAT

1) Allochem : merupakan fragmen tersusun oleh kerangka atau butiran-butiran klastik dari hasil abrasi batugamping yang sebelumnya ada.

   Macam-macam allochem :

   - Kerangka organisme (skeletal): merupakan fragmen yang terdiri atas cangkang-cangkang binatang atau atau kerangka hasil pertumbuhan.
   - Interclast ; merupakan fragmen yang terdiri atas butiran-butiran dari abrasi batugamping yang sebelumnya telah ada.
   - Pisolit : merupakan butiran-butiran oolit dengan ukuran > 2 mm.
   - Pellet : merupakan fragmen yang menyerupai oolit tetapi tidak menunjukan danya struktur konsentris.

2) Mikrit : merupakan agregat halus berukuran 1-4 mikron, merupakan kristal karbonat yang terbentuk secara biokimia atau kimiawi langsung dari peripitasi air laut dan mengisi rongga antar butir.
3) Sparit : merupakan semen yang mengisi ruang antar butir dan rekahan , berukuran butir (0,02-0,1 mm), dapat terbentuk langsung dari sedimen secara insitu atau rekristali mikrit.

   Sedangkan pemerian / diskripsi untuk batuan karbonat / batugamping nonklastik adalah sama dengan diskripsi pada batuan sedimen nonklastik lainnya .

Evaluasi :

1. Jelaskan pemhamanmu mengenai batuan karbonat
2. Jelaskan dasar klasifikasi batuan karbonat menurut Grabau (1954)
3. Jelaskan dasar klasifikasi batuan karbonat menurut Folk (1959)
4. Jelaskan dasar klasifikasi batuan karbonat menurut Dunham (1962)
5. Jelaskan dasar klasifikasi batuan karbonat menurut Embry dan Klovan (1971)

3. CARA MENENTUKAN JENIS DAN NAMA BATUAN SEDIMEN

1. Cara menentukan Jenis batuan sedimen

Pertama kalian amati sampel batuan itu apakah komposisi nya monomineral atau tidak , apakah menunjukkan struktur perlapisan atau tidak.

Kalau mono mineral dan tidak menunjukkan struktur perlapisan berarti Jenis dari batuan sedimen yang kalian amati adalah batuan sedimen Nonklastik. Tetapi apabila sebaliknya berarti termasuk jenis batuan sedimen Klastik.

2. Cara menentukan Nama batunya

- Apabila batu itu termasuk Jenis batuan sedimen nonklastik, maka caranya adalah dengan mengamati mineralnya, misal mineralnya kalsedon maka namanya adalah batu rijang. Misal mineralnya gypsum maka namanya batu gypsum .
- Apabila batu itu termasuk Jenis batuan sedimen klastik , maka cara penamaannya lebih ditekankan pada ukuran butir dan bentuk butirnya .

Sebagai contoh :

Dari sampel batuan yang diamati ukuran butirnya pasir kasar sampai pasir sedang maka nama batunya adalah Batupasir.

Apabila ukuran butirnya silt / lanau maka nama batunya Batulanau.

Apabila ukuran butirnya clay atau lempung maka nama batunya Batulempung.

Bagaimana kalau ukuran butirnya krakal sampai bongkah ? Untuk itu kita lihat Bentuk butirnya , apabila bentuk butirnya relatif menyudut maka nama batunya adalah Batu breksi , tetapi apabila bentuk butirnya relatip membulat maka nama batunya adalah Batu konglomerat . Mudah kan ?

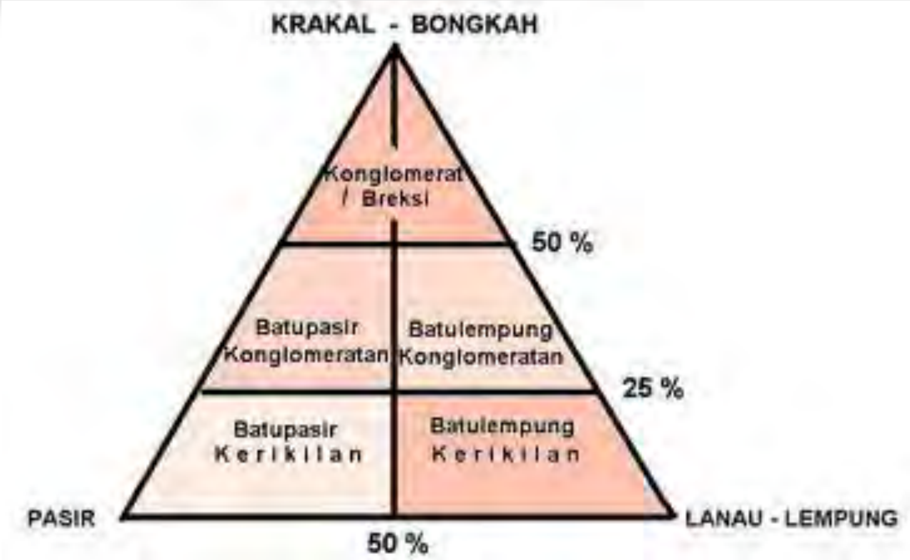
Pettijohn (1973) , membuat dasar penamaan batupasir berdasar kandungan feldspar, fragmen batuan, kwarsa dan persen detrital pada matriks nya yang ada pada batu pasir, seperti tabel dibawah ini.

SEMEN ATAU MATRIKS		DETRITAL MATRIKS DOMINAN (>15%) SEMEN TIDAK ADA		DETRITAL MATRIKS TIDAK ADA (<15%) PORI PORI DI ISI SEMEN		
SAND OR DETRITAL FRACTION	FELDSPAR LEBIH BESAR DARI ROCK FRAGMEN	GRAYWACKE	FELDSPHATIC GRAYWACKE	ARCOSIC SANDSTONE		
				ARKOSE	SUB ARKOSE / FELDSPATIC SAND STONE	CHERT 5 %
	ROCK FRAGMEN LEBIH BESAR DARI FELDSPAR		LITHIC GRAYWACKE	LITTHIC SANDSTONE		
				SUB GRAYWACKE	PROTO QUARTSITE	CHERT 5 %
	KANDUNGAN KWARSA		VARIABEL , BIASANYA < 75%	< 75 %	> 75 % TAPI < 95 %	> 75 %

Tabel 1.17. Klasifikasi / Penamaan Batupasir (Pettijohn, 1973)

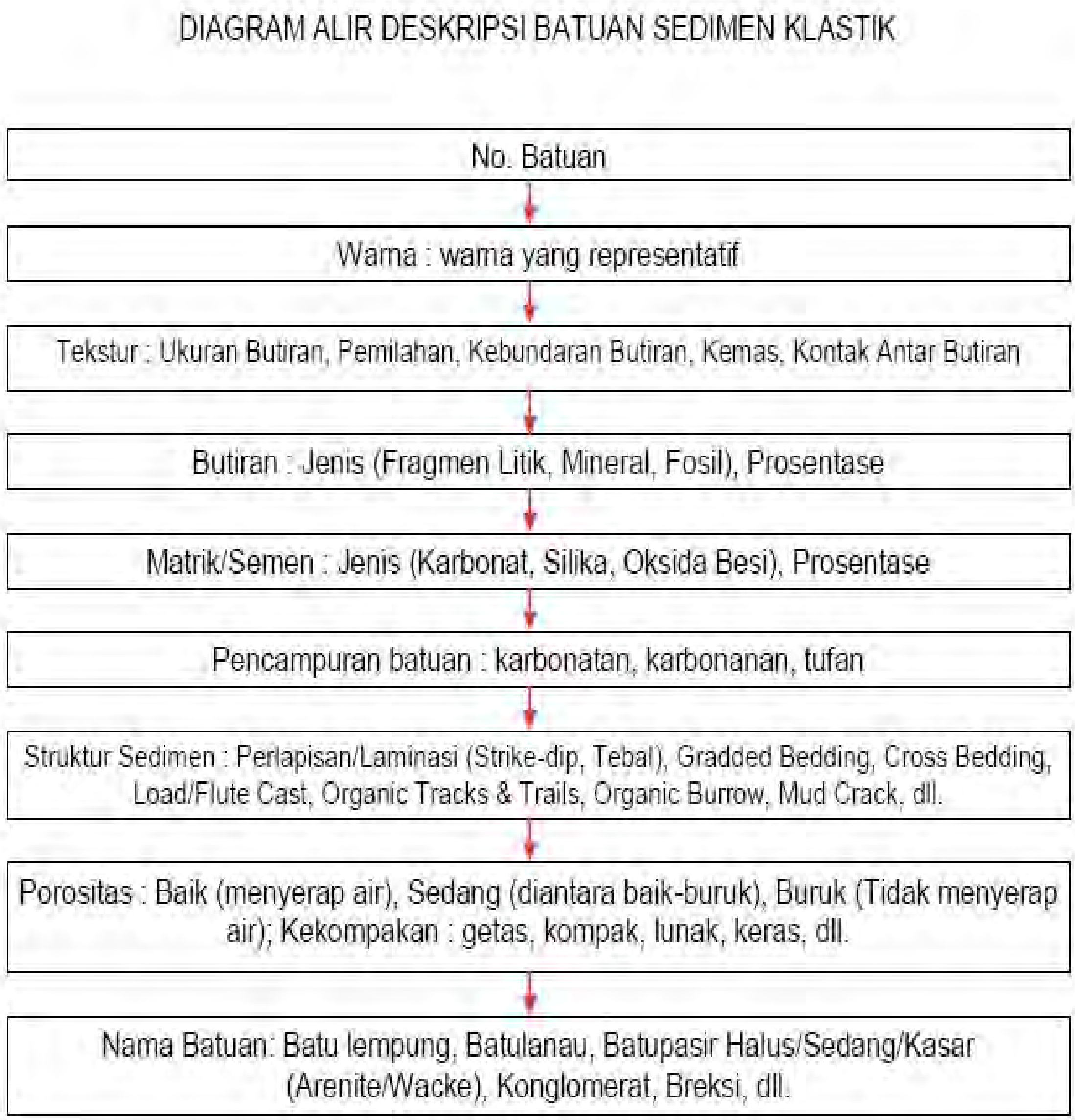
Memang batuan sedimen adalah batuan yang paling mudah untuk dipelajari dibanding batuan beku .

Bagaimana pula menentukan nama batunya bila sampel yang kalian amati ukuran butirnya berupa campuran dari yang berukuran lempung , berukuran pasir dan ada juga yang berukuran kerikil dan kerakal ? Untuk itu cara penamaannya ada lah dengan memasukkan % komponen masing masing butiran yang berbeda beda ukurannya tersebut kedalam segi tiga Lanau lempung - Pasir - Konglomerat / breksi yang dibuat oleh ahli bernama Gilbert (1954 , 1982) seperti dibawah ini :



Gambar 1.72. Klasifikasi Lempung-Krakal-Pasir (Gilbert, 1954)

Sehingga dari % yang berukuran pasir , lempung , krakal yang kalian masukkan kedalam segitiga ini akan memperoleh nama batunya : misal Batupasir konglomeratan



Gambar1.73. Diagram alir deskripsi batuan sedimen klastik

4. Lingkungan Pengendapan batuan sedimen (sedimentary environment)

Seperti kita ketahui bahwa batuan sedimen itu adalah dari batuan asal yang telah terombakkan , tertransport atau langsung diendapkan ditempat tempat tertentu seperti da rat (continental) transisi antara darat dengan laut (transitional) dan lingkungan laut (marine) tempat tersebut disebut sebagai lingkungan pengendapan nya.

Pengertian lingkungan pengendapan secara lengkapnya adalah sebagai berikut:
Lingkungan pengendapan adalah tempat mengendapnya material sedimen beserta kondisi fisik, kimia, dan biologi yang mencirikan terjadinya mekanisme pengendapan tertentu (Gould, 1972).
Interpretasi lingkungan pengendapan dapat ditentukan dari struktur sedimen yang terbentuk. Struktur sedimen tersebut digunakan secara meluas dalam memecahkan beberapa macam masalah geologi, karena struktur ini terbentuk pada tempat dan waktu pengendapan, sehingga struktur ini merupakan kriteria yang sangat berguna untuk interpretasi lingkungan pengendapan. Terjadinya struktur-struktur sedimen tersebut disebabkan oleh mekanisme pengendapan dan kondisi serta lingkungan pengendapan tertentu.
Beberapa aspek lingkungan sedimentasi purba yang dapat dievaluasi dari data struktur sedimen di antaranya adalah mekanisme transportasi sedimen, arah aliran arus purba, kedalaman air relatif, dan kecepatan arus relatif. Selain itu beberapa struktur sedimen dapat juga digunakan untuk menentukan atas dan bawah suatu lapisan (top and bottom layer).
Didalam sedimen umumnya turut terendapkan sisa-sisa organisme atau tumbuhan, yang karena tertimbun,terawetkan. Dan selama proses Diagenesis tidak rusak dan turut menjadi bagian dari batuan sedimen atau membentuk lapisan batuan sedimen. Sisa-sia organisme atau tumbuhan yang terawetkan ini dinamakan fossil. Jadi fosill adalah bukti atau sisa-sisa kehidupan zaman lampau. Dapat berupa sisa organisme atau tumbuhan, seperti cangkang kerang, tulang atau gigi maupun jejak ataupun cetakan. Dari studi lingkungan pengendapan dapat digambarkan atau direkontruksi geografi purba dimana pengendapan terjadi. Lingkungan pengendapan merupakan keseluruhan dari kondisi fisik, kimia dan biologi pada tempat dimana material sedimen terakumulasi (Krumbein dan Sloss, 1963)
Jadi, lingkungan pengendapan merupakan suatu lingkungan tempat terkumpulnya

material sedimen yang dipengaruhi oleh aspek fisik, kimia dan biologi yang dapat mempengaruhi karakteristik sedimen yang dihasilkannya.

Secara umum dikenal 3 lingkungan pengendapan, lingkungan darat transisi, dan laut. Beberapa contoh lingkungan darat misalnya endapan sungai dan endapan danau, ditransport oleh air, juga dikenal dengan endapan gurun dan glestsyer yang diendapkan oleh angin yang dinamakan eolian. Endapan transisi merupakan endapan yang terdapat di daerah antara darat dan laut seperti delta,lagoon, dan litorial. Sedangkan yang termasuk endapan laut adalah endapan-endapan neritik, batial, dan abisal.

Contoh :

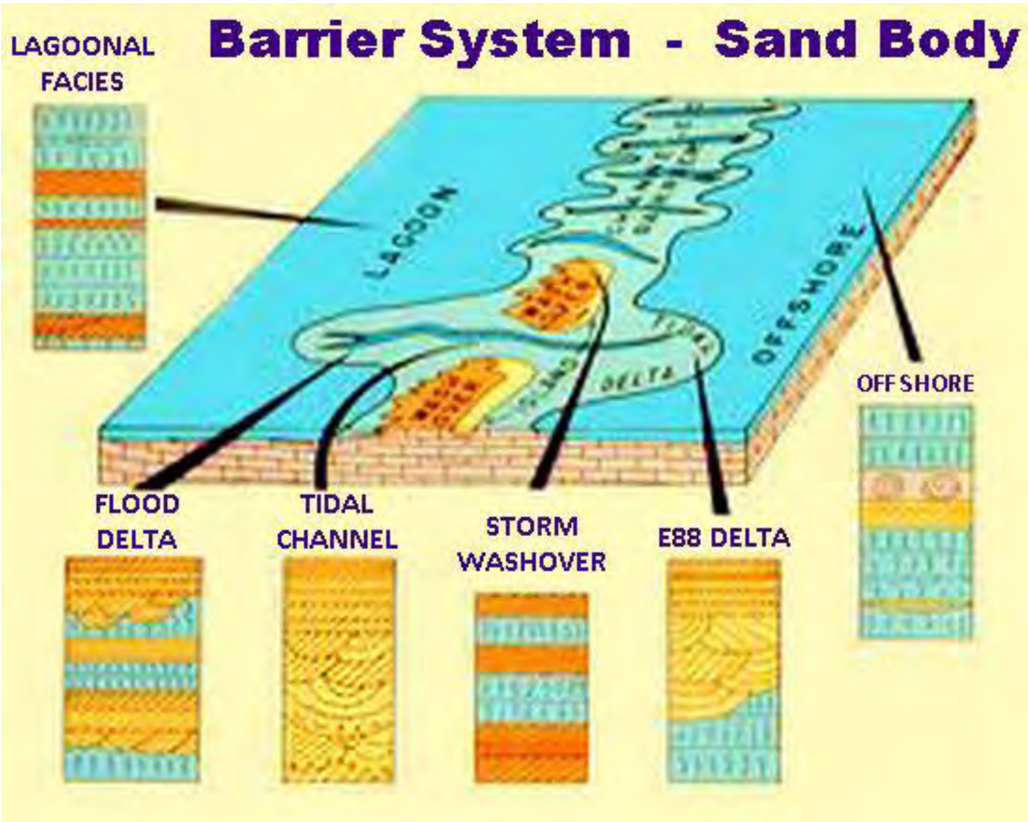
Lingkungan Pengendapan Pantai

Proses Fisik : ombak dan akifitas gelombang laut

Proses Kimia : pelarutan dan pengendapan

Proses Biologi : Burrowing (lubang lubang bekas rumah binatang)

Ketiga proses tersebut berasosiasi dan membentuk karakteristik pasir pantai, sebagai material sedimen yang meliputi geometri, tekstur sedimen, struktur dan mineralogi. Klasifikasi lingkungan pengendapan batuan sedimen secara lengkap dapatlah dilihat pada tabel Classification of Sedimentary Environment di bawah .



Gambar 4.74. Contoh Lingkungan Pengendapan batuan sedimen yang dicirikan oleh struktur sedimennya.

Perhatikan urutan strukturnya yang berbeda pada tiap lingkungan pengendapan. Lingkungan pengendapan yang tergambar diatas adalah Lingkungan Lagoon, lingkungan Flood delta, lingkungan Tidal Channel, lingkungan Storm washover, E88 delta, lingkungan Off shore pada Barrier System – Sandbody.

Classification of Sedimentary Environments

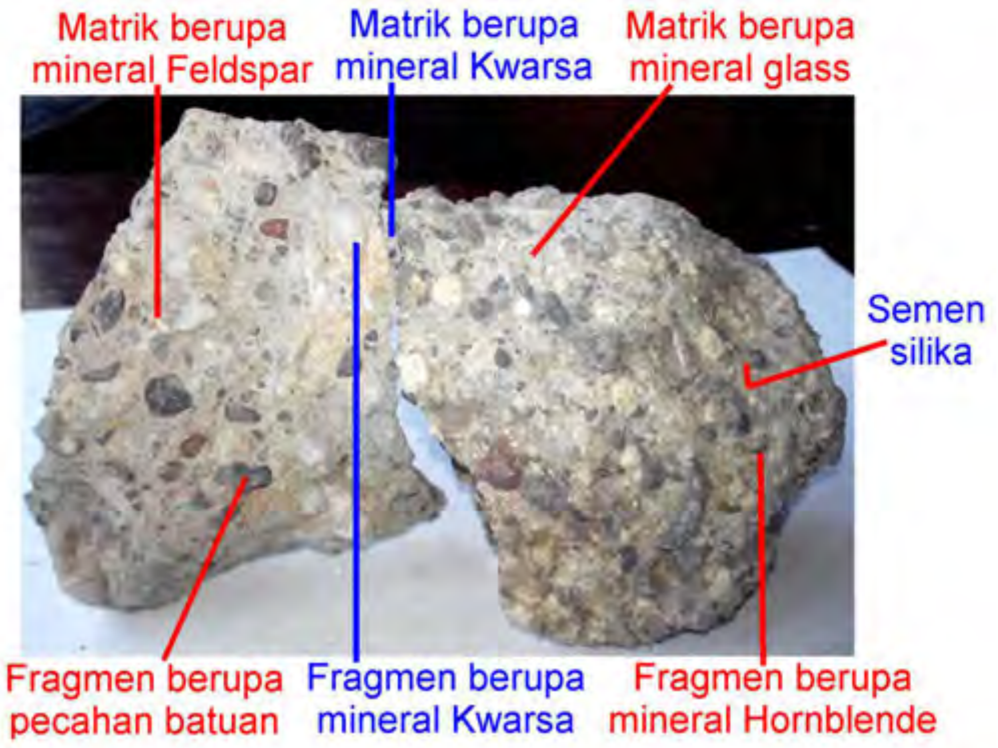
Major Categories	General Environment	Specific Environments
Continental	Fluvial (river)	Channel and bar
		Overbank, high-energy (e.g., levee)
		Overbank, low-energy (e.g., swamp)
	Desert	Alluvial fan
		Playa
		Erg
	Glacial	Subglacial
		Englacial
		Supraglacial
		Cryolacustrine
		Proglacial fluvial
		Proglacial aeolian
	Lacustrine	Cryolacustrine
		Playa lake (salina)
		Freshwater lacustrine
		(each of the above may have associated deltaic and shoreface environments)
	Paludal (swamp)	Intrapaludal
		Deltaic paludal
	Landslide	—
Transitional	Spelean (cave)	—
	Coastal deltaic	Channel bar
		Overbank-crevasse splay
		Deltaic paludal
		Deltaic lacustrine
		Prodelta
		Delta front
	Estuarine-lagoonal	Estuarine
		Lagoonal
		Salt marsh
	Littoral-beach	Beach foreshore
		Beach backshore
		Beach dune (and berm)
		Tidal channel
		Tidal flat
Marine	Shelf-shallow sea	Low-energy open
		Low-energy restricted
		High-energy
		Glaciomarine
	Reef	Reefal
		Forereef
		Reef lagoon
	Submarine canyon	—
	Slope and rise	Open slope-rise
		Slope basin
		(submarine fan may occur in either of the above)
	Pelagic	Basinal or abyssal plain
		Oceanic plateau
	Trench	Trench slope
		Trench slope basin
		Trench floor
		(submarine fan may occur in the latter two environments)
	Rift-fracture zone	—

Tabel 1.18. Klasifikasi Lingkungan Pengendapan batuan sedimen.

Evaluasi :

Berilah 5 contoh Lingkungan Pengendapan dengan disertai struktur sedimennya.

CONTOH HASIL DISKRIPSI BATUAN SEDIMEN KLASTIK



No. urut : 07
No. Batuan : 27
Jenis Batuan : Batuan Sedimen Klastik
Warna Batu : Abu abu kecoklatan
Struktur : Masif
Tekstur :

- Ukuran butir : 1/8mm – 12mm (pasir halus – krakal) , dengan Butir berukuran : pasir 30 % , krakal 70 %
- Pemilahan : buruk
- Bentuk butir : membulat tanggung - membulat
- Kemas : terbuka
- Porositas sedang,
- Kekompakan : Kompak

Komposisi Butiran :

- Fragmen terdiri dari
- Pecahan batu : 50 %
- Hornblenda : 4 %
- Kwarsa : 20 %
- Biotit : 2 %
- Pada matrik terdiri dari mineral
- Feldspar : 4 %

- Kwarsa : 6 %
- Glass : 4%
- Semen : Silika 10 %

Lain -lain : Pecahan batuan pada fragmennya sebagian besar berupa batuan beku

Nama batuan sedimen ini : BATU KONGLOMERAT

Petrogenesa : dilihat dari mineralnya merupakan rombakan dari batuan beku, dilihat dari butirannya yang relative membulat maka telah mengalami transportasi cukup jauh dari sumbernya dan dengan tidak dijumpai fosil maka diendapkan pada Lingkungan pengendapan Transisi.

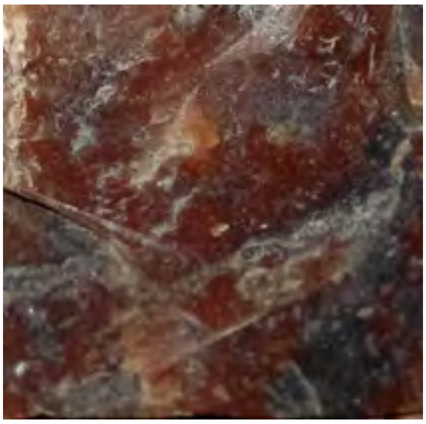
. Yogyakarta, 17 Agustus 2014

KOREKTOR : Guru Batuan PRAKTIKAN :

Ir. MAWARDI S. BOY HABIBIE

NIP. 19600215 199903 1 001 NIS. 1461 / GEOLOGI TAMBANG

<u>CONTOH HASIL DISKRIPSI BATUAN SEDIMEN NON KLASTIK</u>



No. urut	:	17
No. Batuan	:	54
Jenis Batuan	:	Batuan Sedimen NonKlastik
Warna Batu	:	Coklat kemerahan
Struktur	:	Masif
Tekstur	:	Amorf
Komposisi butiran	:	mineral Chalcedon 100%
Lain lain	:	Batu ini sangat keras dan kompak

Nama batuan sedimen ini : BATU RIJANG / CHERT

Petrogenesa : merupakan batuan hasil pengendapan ditempat itu juga, belum mengalami transportasi, yang terlihat dari tidak dijumpainya ciri ciri berlapis, sangat keras karena diendapkan secara perlahan lahan beribu tahun yang lalu. Chert ini ciri batuan yang diendapkan di Lingkungan Pengendapan laut dalam.

Yogyakarta, 17 Agustus 2014

KOREKTOR : Guru Batuan PRAKTIKAN :

Ir. MAWARDI S. ROY HABIBIE

NIP. 19600215 199903 1 001……………. NIS. 1451 / GEOLOGI TAMBANG

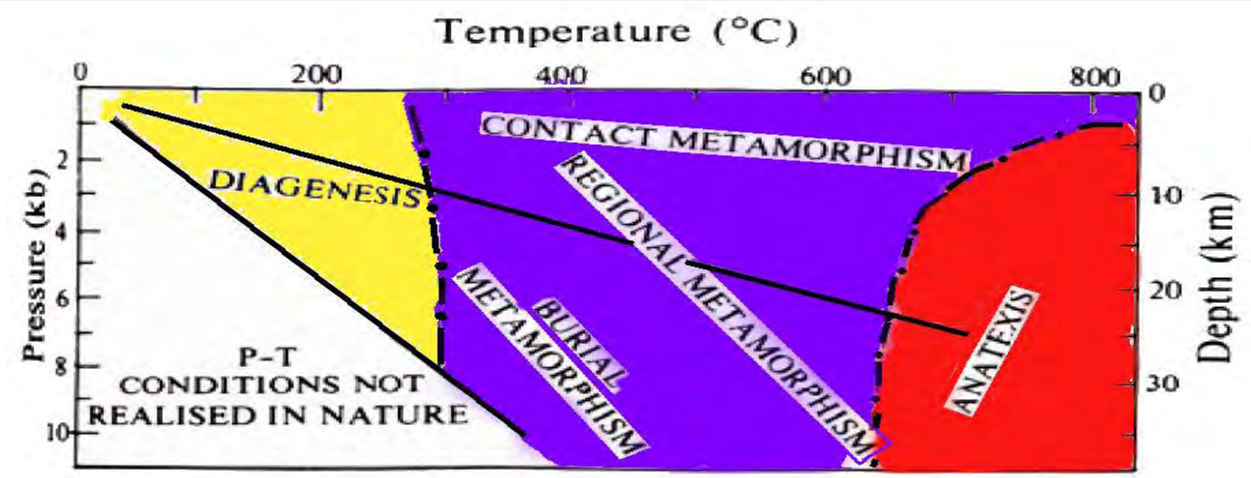
I. BATUAN METAMORF

1. Konsep batuan metamorf

Metamorfisme berasal dari kalimat Yunani , Meta = perubahan dan Morpha = bentuk. Metamorph berarti perubahan bentuk.

William, Turner, dan Gilbert (1954) menjelaskan bahwa semua batuan sedimen dan vulkanik (dan beberapa pluton batuan beku) yang terletak pada kedalaman 3 km – 20 km akan berada dibawah kondisi fisik yang benar benar berbeda yaitu Temperatur (T) antara 100º C - 600º C dan Tekanan (P) beberapa ribu atmosfir. Batuan pada kondisi ini berada pada kedudukan yang tidak setimbang karena batuan pada kondisi ini akan mengatur Mineralogi dan struktur nya sesuai dengan Temperatur dan Tekanan pada kondisi tersebut. Semua perubahan mine ral dan struktur yang menyusun batuan metamorf tetap pada kondisi batuan padat yang asli tanpa mengalami fase cair. (Akiho Miyoshiro, 1972)

Pada dasarnya lithosfer tersusun oleh tiga macam material utama batuan, yaitu batuan beku, batuan sedimen, dan batuan metamorf. Batuan beku dan sedimen dibentuk akibat interaksi dari proses kimia, fisika, biologi dan kondisi-kondisinya di dalam bumi serta di permukaannya. Bumi merupakan sistim yang dinamis, sehingga pada saat pembentukannya, batuan-batuan mungkin mengalami keadaan yang baru dari kondisi-kondisi yang dapat menyebabkan perubahan yang luas di dalam tekstur dan mineraloginya. Perubahan-perubahan tersebut terjadi pada tekanan dan temperatur di atas diagenesa dan di bawah pelelehan, maka akan menunjukkan sebagai proses metamorfisme.

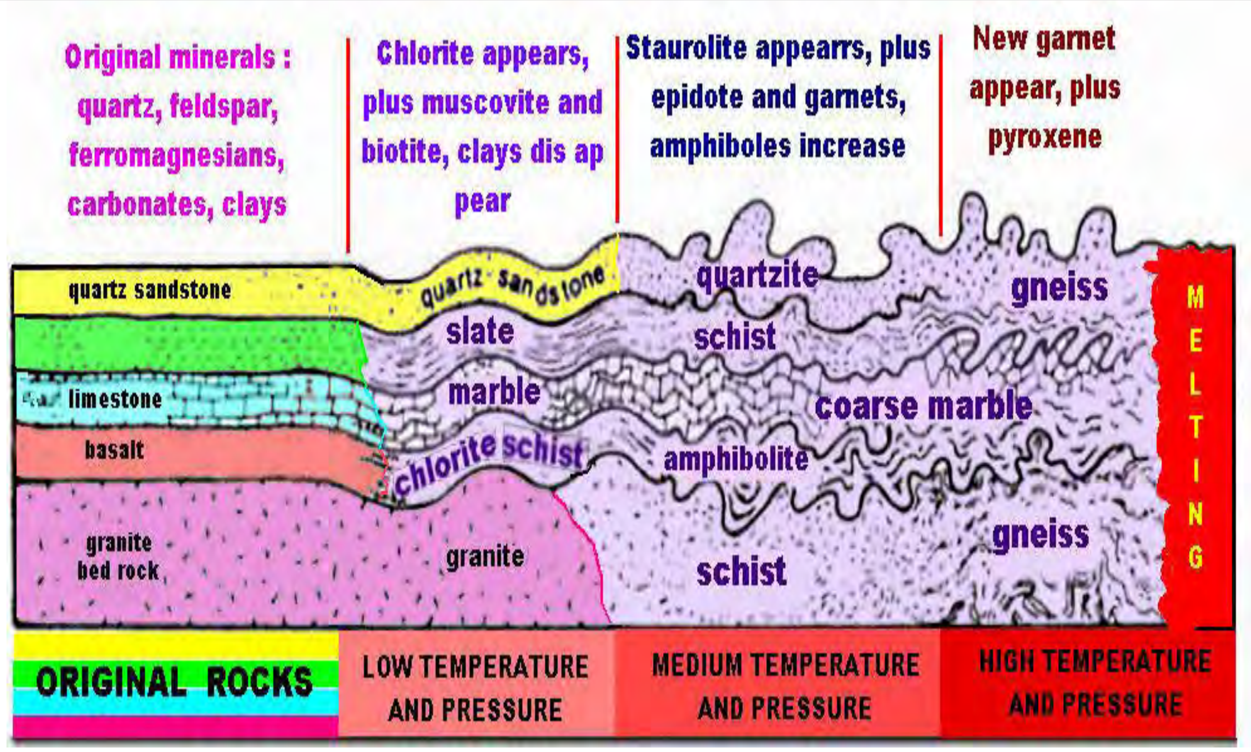


Gambar 1.75. batas antara Diagenesis (batuan sedimen)– Metamorfisme dan Anatexis (peleburan) (H.G.F. Winkler , 1967)

2. Pengertian Batuan Metamorf

Batuan metamorf adalah batuan yang terbentuk dari proses metamorfisme batuan-batuan sebelumnya. Batuan-batuan sebelumnya itu dapat berupa batuan sedimen, batuan beku, atau batuan metamorf lain yang lebih tua.

Metamorfisme terjadi pada keadaan padat (padat ke padat tanpa melalui fase cair) meliputi proses kristalisasi, reorientasi dan pembentukan mineral-mineral baru serta terjadi dalam lingkungan yang sama sekali berbeda dengan lingkungan batuan asalnya terbentuk.

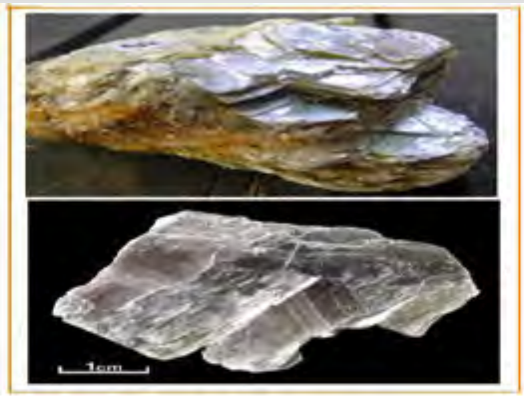


Gambar 1.76.terubahnya batuan asli atau batuan asal menjadi batuan metamorf akibat P dan T

Proses metamorfisme tersebut terjadi di dalam bumi pada kedalaman lebih kurang3 – 20 km. Winkler (1989) menyatakan bahwasannya proses-proses metamorfisme itu mengubah mineral-mineral suatu batuan pada fase padat karena pengaruh atau respons terhadap kondisi fisika dan kimia di dalam kerak bumi yang berbeda dengan kondisi sebelumnya.

Proses-proses tersebut tidak termasuk pelapukan dan diagenesa.

Pendekatan umum untuk mengambarkan batas antara diagenesa dan metamorfisme adalah menentukan batas terbawah dari metamorfisme sebagai kenampakan pertama dari mineral yang tidak terbentuk secara normal di dalam sedimen-sedimen permukaan, seperti mineral epidot dan mineral muskovit.



Gambar Mineral Muscovit



Gambar Mineral Epidot

Walaupun hal ini dapat dihasilkan dalam batas yang lebih basah. Sebagai contoh, metamorfisme shale yang menyebabkan reaksi kaolinit dengan konstituen lain untuk menghasilkan muskovit. Bagaimanapun juga, eksperimen-eksperimen telah menunjukkan bahwa reaksi ini tidak menempati pada temperatur tertentu tetapi terjadi antara 200°C – 350°C yang tergantung pada pH dan kandungan potasium dari material-material disekitarnya.

Banyak mineral yang mempunyai batas-batas kestabilan tertentu yang jika dikenakan tekanan dan temperatur yang melebihi batas tersebut maka akan terjadi penyesuaian dalam batuan dengan membentuk mineral-mineral baru yang stabil.

Disamping karena pengaruh tekanan dan temperatur, metamorfisme juga dipengaruhi oleh fluida, dimana fluida (H_2O) dalam jumlah bervariasi di antara butiran mineral atau pori-pori batuan yang pada umumnya mengandung ion terlarut akan mempercepat proses metamorfisme.

Berdasarkan tingkat malihannya, batuan metamorf dibagi menjadi dua yaitu metamorfisme tingkat rendah (low-grade metamorphism) dan metamorfisme tingkat tinggi (high-grade metamorphism) .

Pada batuan metamorf tingkat rendah jejak kenampakan batuan asal masih bisa diamati dan penamaannya menggunakan awalan meta (-sedimen, -beku), sedangkan pada batuan metamorf tingkat tinggi jejak batuan asal sudah tidak nampak, malihan tertinggi membentuk migmatit (batuan yang sebagian bertekstur malihan dan sebagian lagi bertekstur beku atau igneous).

Batuan metamorf memiliki beragam karakteristik. Karakteristik ini dipengaruhi oleh beberapa faktor dalam pembentukan batuan tersebut ;

- Komposisi mineral batuan asal

- Tekanan dan temperatur saat proses metamorfisme
- Pengaruh gaya tektonik
- Pengaruh fluida

3. JENIS-JENIS METAMORFISME

Dari beberapa penulis di dalam beberapa bukunya pembagian jenis metamorfosa ini berbeda satu sama lain. Sebagai contoh Huang,W.T.(1962) membagi metamorfosa menjadi 6 jenis ; Spry,A(1979) membagi menjadi 4 jenis, Best,M.G.(1982) membagi menjadi 6 jenis, Winkler,(1967) membagi menjadi 3 jenis ; Ehlers,E.G. dan Blatt,H.(1980) juga membagi menjadi 3 jenis berdasar P.T, kedalaman .

Walaupun demikian pada dasarnya pembagian tersebut tidak jauh berbeda, hanya beberapa variabel yang berbeda. Secara garis besar pembagian metamorfosa tersebut dilihat dari ruang lingkup daerah terjadinya dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu :

1. **Metamorfosa lokal**

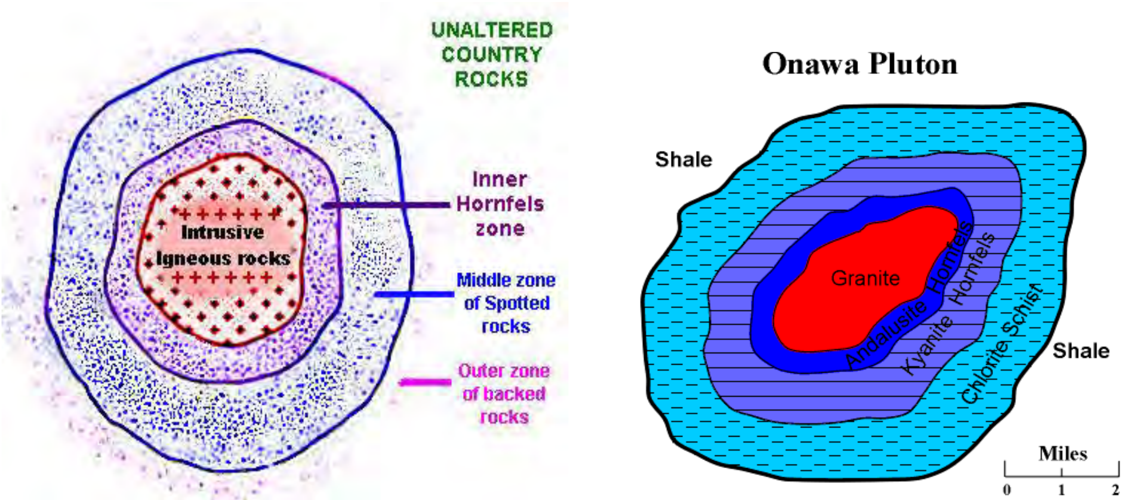
   Pengertian lokal disini adalah berhubungan dengan luas daerah dimana proses metamorfosa tersebut terjadi. Luasnya hanya sampai beberapa ratus kaki. Metamorfosa yang disebut sebagai metamorfosa lokal ini antara lain :

   a. **Metamorfosa thermal**

      Miyashiro.A.(1972), mengatakan bahwa metamorfosa kontak adalah rekristalisasi batuan di sekitar aureole intrusi tubuh batuan beku karena kenaikan temperatur. Keluasan daerah tersebut (daerah kontak) bervariasi, tetapi masih didalam kisaran antara beberapa meter sampai beberapa kilometer. Tipe khas dari batuan metamorfosa kontak ini adalah batuan metamorfosa “non-schistose” yang disebut dengan hornfels. Kadang-kadang dapat juga ditemui batuan yang “schistose”. Kenaikan temperatur karena konduksi panas pada daerah-daerah tertentu dan juga karena permeasi dari aquaous fluida yang berasal dari tubuh batuan beku.

      Faktor yang ada pada metaorfosa kontak ini adalah suhu /panas, fluida yang sebagian besar dari aktivitas magmatic, dan “ confining pressure” yang kadang-kadang ada. Proses yang ada adalah rekristalisasi, reaksi kecil antar mineral dengan fluida, dan kadang kadang ada penambahan mineral.

Moorhouse (1959) mengatakan bahwa batuan metamorfosa yang diakibatkan oleh panas (biasanya disekitar intrusi magma), dan tak ada tanda-tanda adanya “sheat stress” bukan disebut sebagai metamorfosa kontak, tapi metaorfosa thermal. Disini suhu dari proses metamorfosa dapat ditentukan karena berdekatan dengan tubuh intrusi magma. Intrusi ini menambah fluida yang mengandung air , yang aktif dan penting untuk mendorong reaksi kimia. Metamorfosa kontak adalah metamorfosa thermal yang statis, pada daerah lokal yang menghasilkan aureole dari batuan metamorfosa sekeliling tubuh intrusi. Gradient temperatur yang besar, menurun dari kontak intrusi yang panas menuju ke batuan sekitar yang tidak teralterasi, menimbulkan zona dari batuan metamorfik yang kandungan mineralnya berlain-lainan.



Gambar 1.77. Memperlihatkan kontak Aureole disekitar Intrusi batuan beku (Gillen, 1982).

b. Metamorfosa dinamik

Metamorfosa ini juga disebut sebagai metamorfosa Dislokasi atau Kinematik, Dinamik. Metamorfosa ini berkembang didekat zona yang mengalami Dislokasi/sesar atau deformasi yang intensif, banyak ditemukan di sepanjang daerah pergeseran (thrust). Proses yang ada pada metamorfosa ini adalah pemecahan mekanis dari partikel atau butiran-butiran. Faktor penyebabnya adalah stress dan kadang-kadan “confining pressure”. Metamorfosa kataklastik

ini merupakan deformasi/ perubahan mekanis pada batuan, tanpa rekristalisasi atau reaksi kimia.

Proses mekanik yang mengontrol struktur batuan yang dideformasi terjadi pada temperatur yang rendah. Metamorfosa dinamik dihasilkan dengan skala minor oleh beban atau tegangan patahan (tensional foulting), pada skala yang lebih besar oleh pergeseran dan skala regional pleh lipatan. Untuk skala regional ini ketidakjelasan antara proses atau produk atau proses dinamik dengan metamorfosa regional tingkat rendah meskipun dalam sederhana kejadian di lapangan berbeda, untuk itu metamorfosa dinamik dibatasi untuk zona yang sempit (Spry, A. 1979).

Menurut Chao (1967) ; Charter (1965); Short (1966) (vide Spry, A. 1979) pada metamorfosa dinamik ini tercakup didalamnya tipe khusus lain dari metamorfosa ini yaitu metamorfosa “shock” sebagai perluasan dari metamorfosa dinamik ini. Metamorfosa ini terjadi karena perbedaan tekanan yang tinggi dengan sangat cepat seperti pada tempat meteorit atau dekat dengan ledakan atom. Metamorfosa tumbukan digunakan lebih kurang searti, tetapi hal ini masih dipertentangkan karena metamorfosa “shock” tidak terjadi karena tumbukan saja tetapi bisa karena tekanan tektonik yang sangat cepat. Kenaikan tekanan mencapai beberapa megabar dan temperatur melebihi 1500º C selama periode micro second sampai 1 second.Tipe ini adalah tipe terbaik dari metamorfosa dinamik yang tingkat strainnya sangat tinggi. “Confining” dan “directed pressure” sementara sangat tinggi dan temperatur berkisar dari rendah sampai sangat tinggi.

c. Pirometamorfosa

Metamorfosa yang juga disebut metamorfosa optalik, thermal atau kaustik. Faktor penyebab pada metamorfosa ini hanya panas. Proses yang terjadi adalah rekristalisasi, reaksi kecil antara mineral, pembalikan mineral dan pencairan.

Pirometamorfosa diperlihatkan oleh aliran xenolith dan dike pada batuan vulkanik khususnya basalt. Kejadian di alamnya, pada pokoknya merupakan campuran kondisi dari banyak batuan, metamorfosa dengan temperatur yang ekstrim dikategorikan dalam kategori ini.

Miyashiro, A. (1972) menganggap pirometamorfosa sebagai salahsatu macam kontak metamorfosa yang luar biasa.

d. Metasomatisme

Disebut juga metamorfosa hydrothermal. Faktor penyebabnya adalah fluida dari penurunan magmatik, “confining pressure” dan kadang-kadang juga oleh panas. Proses yang ada yaitu rekristalisasi, reaksi antara mineral dengan fluida dan pergantian tempat atau “replacement”. Karena adanya replacement ini, maka ada pemunculan material baru pada batuan. Diduga bahwa pergantian tempat tadi tanpa ada penambahan volume, walaupun tidak selalu mudah dibuktikan. Istilah metasomatisme biasanya dipakai tidak hanya untuk penambahan material asal luar saja, tetapi juga dipakai untuk pergantian material di dalam tubuh material yang sama.

Metasomatisme menyangkut perubahan yang nyata di dalam komposisi kimia, yang disimpulkan dari kriteria kimia, mineralogi dan pabriknya. Contoh yang umum adalah perubahan peridotite ke skiss antigorit atau “soap stone” dan pergantian batu gamping oleh batuan kalk-silikat.

e. Metamorfosa retrograde (diaptoresis)

Kumpulan-kumpulan mineral tingkat tinggi yang berubah ke kumpulan stabil pada temperatur yang lebih rendah (biasanya mengandung air).

2. Metamorfosa regional

Metamorfosa regional berkembang pada daerah yang luas hingga beberapa ribu mil persegi, pada dasar pegunungan lipatan dan pada daerah prekambium.

Kemungkinan bahwa didalam kulit bumi dari zona orogenesa dan konsentrasi panas yang periodik, yang diperlukan untuk perlipatan, metamorfosa regional dan pemunculan magmagranitik. Temperatur yang tinggi diperlukan pada metamorfosa regional, terutama pada kedalaman dimana terdapat pemanasan yang abnormal didalam kulit bumi. Faktor penyebabnya adalah panas, stress, ”confining pressure”, kadang-kadang juga fluida magmatik dan penurunan pada air juvenile.

Proses yang terjadi adalah rekristalisasi, reaksi antara mineral dan fluida, orientasi mineral yang menghasilkan fabrik yang sejajar. Menurut Moorhouse(1959) faktor penyebab dari metamorfosa regional ini adalah kombinasi dari Tekanan, Temperatur dan “shearing stress”.

Winkler (1967) membagi metamorfosa regional menjadi 2 tipe genetik yaitu :

a. **Metamorfosa regional dinamothermal**

Tipe ini berhubungan dengan daerah yang luas, prosesnya efektif oleh penambahan panas, seperti didalam metamorfosa kontak yang terbentuk zona metamorfosa yang sangat luas seperti dalam (metamorfosa). Pergantian dalam perkumpulan mineral dari zona ke zona da pat dipakai untuk menunjukan penaikan temperatur yang menerus. Metamorfosa regional dinamoternal mengambil tempat dengan pergerakan penusukan panas (injection). Tenaga panas disuplai ke bagian tenaga-tenaga tertentu dari kerak bumi pada saat terjadi proses me tamorfosa dan orogenesa.

Penyelidikan detail menunjukkan bahwa rekristalisasi juga dapat terjadi antara fase deforma si dan waktu setelah orogenesa. Sekalipun demikian batuan-batuan dari metamorfosa regi onal memperlihatkan dengan nyata akibat dari tekanan terarah, struktur schistose biasanya berkembang, terutama pada batuan yang banyak mengandung mineral prismatik dan ber lembar (schis klorik,mika dll)

Dengan demikian dapatlah diperkirakan bahwa peranan “shearing stress” pada waktu rekristalisasi adalah faktor yang penting untuk mengontrol jenis mineral yang dihasilkan.

Pada metamorfosa kontak biasanya dicirikan oleh tekanan yang rendah saja. tetapi pada metamorfosa regional dinamothermal, daerah metamorfosanya dibentuk pada tekanan : rendah, sedang, dan tinggi atau sangat tinggi.

Gradient geothermal pada metamorfosa kontak adalah sangat tinggi berkisar 100ºC/km.

Pada metamorfosa regional dinamothermal pada kedalaman 15km dan suhu 750ºC/km maka gradient diothermalnya turun berkisar 50ºC/km.

b. **Metamorfosa regional timbunan (Burial)**

Metamorfosa burial tidak mengandung hubungan genetik dengan orogenesa maupun intrusi magmatic

Endapan-endapan atau batuan vulkanik yang terletak di dalam geosinklin dapat tertimbun secara gradual/bertingkat.

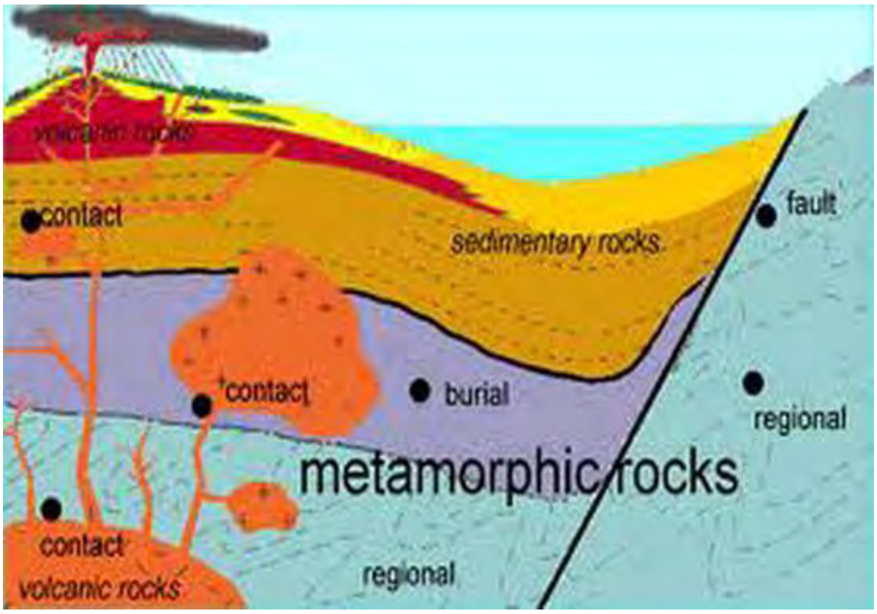
Temperatur pada kedalaman yang besar dalam banyak hal lebih rendah daripada temperatur yang ada pada metamorfosa regional dinamothermal. Biasanya temperatur tipe ini berkisar 200ºC. Dibawah nilai tersebut adalah temperatur dari permulaan metamorfosa, kemungkinan pengaruh tekanan hanya

sedikit saja dan kumpulan mineral temperatur rendah ini berasal dari batuan sedimen tetap stabil.

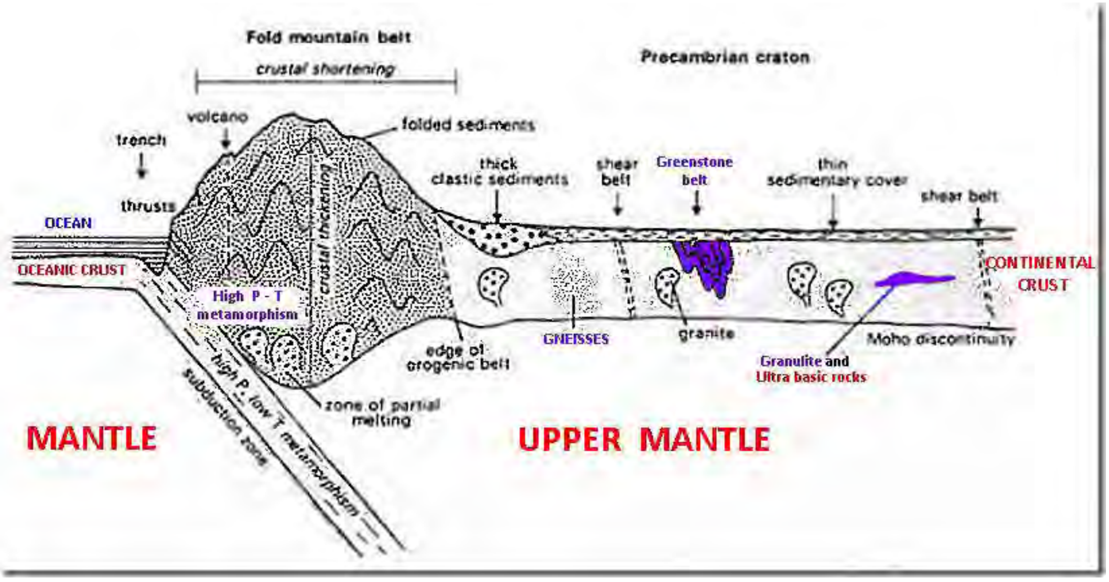
Temperatur antara pengendapan dan permulaan metamorfosa mempunyai kisaran yang besar. Metamorfosa tingkat paling rendah ini digambarkan oleh apa yang disebut sebagai facies zeolitik, kecuali pada geosinklin yang sangat dalam akan digambarkan oleh facies lawsonit glaukofan yang sesuai dengan tekanan yang sangat tinggi.

Metamorfosa ini berbatasan dengan diagenesa, batasan diagenesa adalah selama sifat-sifat mineralogi endapan didalam sedimen tetap terpelihara dan belum terubah, contohnya kuarsa belum menjadi kuarsit. Jadi pengertian diagenesa disini adalah semua perubahan didalam sedimen dengan batas diantara proses sedimentasi dan permulaan metamorfosa terkecuali yang disebabkan oleh pelapukan.

Selain klasifikasi yang disebut diatas, turner dan verhogen mengklasifikasikan metamorfosa berdasar pada kriteria geologi yang dipilih dari arti genetiknya yaitu berdasar pada komposisi mineralogi, fabric, komposisi kimia dan kejadiannya di lapangan.



Gambar 1.78. Penampang yang memperlihatkan lokasi batuan metamorf dihubungkan dengan daerah dislokasi / sesar (fault) (Gillen,1982)



Gambar 1.79. Penampang yang memperlihatkan lokasi batuan metamorf, dalam hubungannya dengan tumbukan pada tektonik lempeng. (Gillen,1982)

4. FACIES METAMORFISME

Facies metamorfisme adalah suatu kumpulan dari mineral mineral yang mengelompok disebabkan adanya kesamaan Temperatur dan Tekanan pada saat terjadinya.

Facies tersebut adalah sebagai berikut :

- Zeolite facies (LP/LT)
- Prehnite-pumpellyite-facies (LP/LT)
- Greenschist facies (MP/MT)
- Amphibolite-facies (MP/MT-HT)
- Granulite facies (MP/HT)
- Blueschist facies (MP-HP/LT)
- Eclogite facies (HP/HT)
- Albite-epidote-hornfels facies (LP/LT-MT)
- Hornblende-hornfels facies (LP/MT)
- Pyroxene-hornfels facies (LP/MT-HT)
- Sanidinite facies (LP/HT)

L = Low , M = Middle , H = High   P = Pressure   ,   T = Temperature

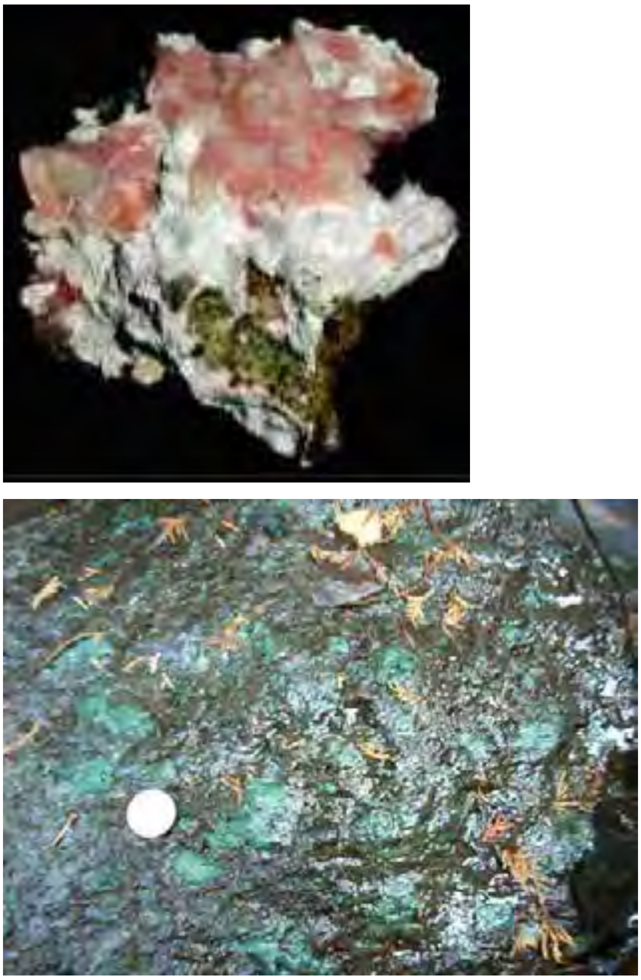
Kumpulan mineral nya pada tiap tiap facies tersebut adalah sebagai berikut :

Zeolite facies (LP/LT)

heulandite + analcite + quartz ± clay minerals

laumontite + albite + quartz ± chlorite

muscovite + chlorite + albite + quartz



Gambar 1.80. Zeolit facies

Prehnite-pumpellyite-facies (LP/LT)

prehnite + pumpellyite + chlorite + albite + quartz

pumpellyite + chlorite + epidote + albite + quartz

pumpellyite + epidote + stilpnomelane + muscovite + albite + quartz

muscovite + chlorite + albite + quartz



Gambar 4.81. Prehnite – Pumpellyte facies

Greenschist facies (MP/MT)

chlorite + albite + epidote ± actinolite, quartz

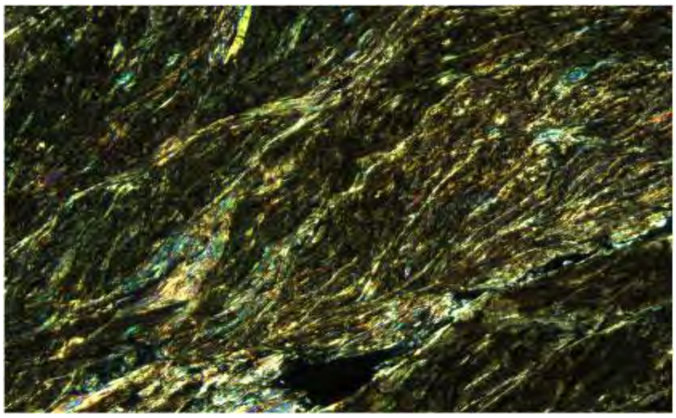
albite + quartz + epidote + muscovite ± stilpnomelane

muscovite + chlorite + albite + quartz

chloritoid + chlorite + muscovite + quartz ± paragonite

biotite + muscovite + chlorite + albite + quartz + Mn-garnet (spessartine)

dolomite + quartz



Gambar 1.82. Greenschist facies

Amphibolite-facies (MP/MT-HT)

hornblende + plagioclase ± epidote, garnet, cummingtonite, diopside, biotite

muscovite + biotite + quartz + plagioclase ± garnet, staurolite, kyanite/sillimanite

olomite + calcite + tremolite ± talc (lower pressure and temperature)

dolomite + calcite + diopside ± forsterite (higher pressure and temperature)



Gambar 1.83. Amphibolite facies

Granulite facies (MP/HT)

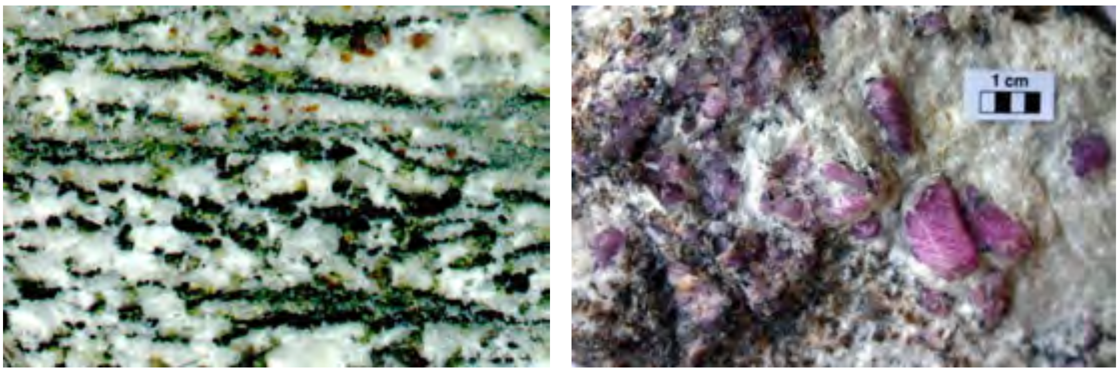
orthopyroxene + clinopyroxene + hornblende + plagioclase ± biotite

orthopyroxene + clinopyroxene + plagioclase ± quartz

clinopyroxene + plagioclase + garnet ± orthopyroxene (higher pressure)

garnet + cordierite + sillimanite + K-feldspar + quartz ± biotite

apphirine + orthopyroxene + K-feldspar + quartz ± osumilite (at very high temperature)



Gambar 1.84. Granulite facies

Blueschist facies (MP-HP/LT)

glaucophane + lawsonite + chlorite + sphene ± epidote

± phengite ± paragonite, omphacite

quartz + jadeite + lawsonite ± phengite, glaucophane, chlorite

hengite + paragonite + carpholite + chlorite + quartz

aragonite



Gambar 1.85. Blueschist facies



Batas Blueschist dengan Greenschist facies

Eclogite facies (HP/HT)

omphacite + garnet ± kyanite, quartz, hornblende, zoisite

quartz + phengite + jadeite/omphacite + garnet

phengite + garnet + kyanite + chloritoid (Mg-rich) + quartz

phengite + kyanite + talc + quartz ± jadeite



Gambar 1.86. Eclogite facies

Albite-epidote-hornfels facies (LP/LT-MT)

albite + epidote + actinolite + chlorite + quartz

muscovite + biotite + chlorite + quartz

Hornblende-hornfels facies (LP/MT)

hornblende + plagioclase ± diopside, anthophyllite/cummingtonite, quartz

muscovite + biotite + andalusite + cordierite + quartz + plagioclase

cordierite + anthophyllite + biotite + plagioclase + quartz

dolomite + calcite + tremolite ± talc



Gambar1.87. Hornblende hornfels facies

Pyroxene-hornfels facies (LP/MT-HT)[edit]

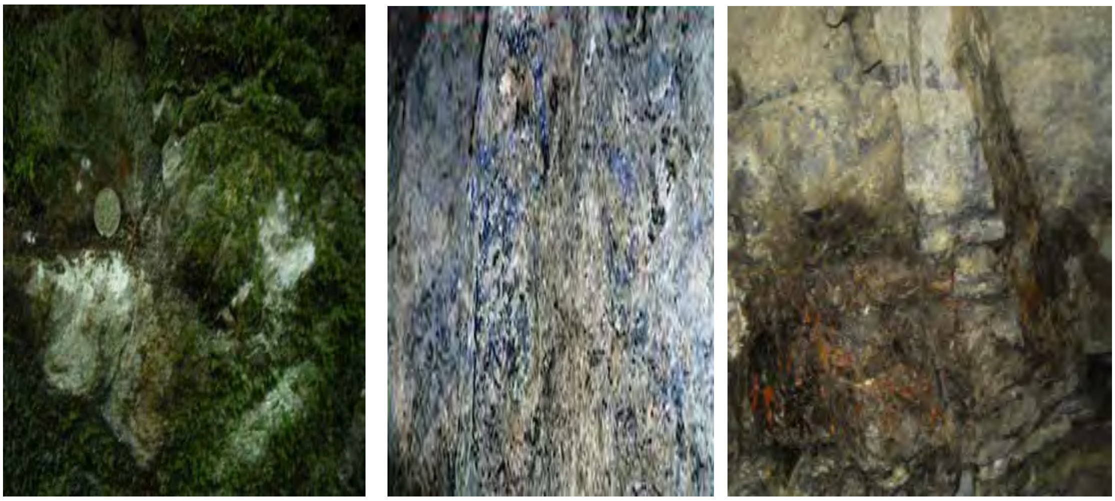
orthopyroxene + clinopyroxene + plagioclase ± olivine or quartz

cordierite + quartz + sillimanite + K-feldspar (orthoclase) ± biotite ± garnet (jika T < 750°C maka andalusite akan mengganti sillimanite)

cordierite + orthopyroxene + plagioclase ± garnet, spinel

calcite + forsterite ± diopside, periclase

diopside + grossular + wollastonite ± vesuvianite



Gambar 1.88. Pyroxene hornfels facies

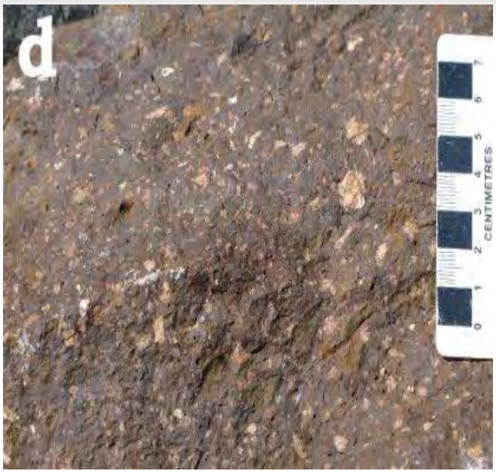
Sanidinite facies (LP/HT)

cordierite + mullite + sanidine + tridymite (often altered to quartz) + glass

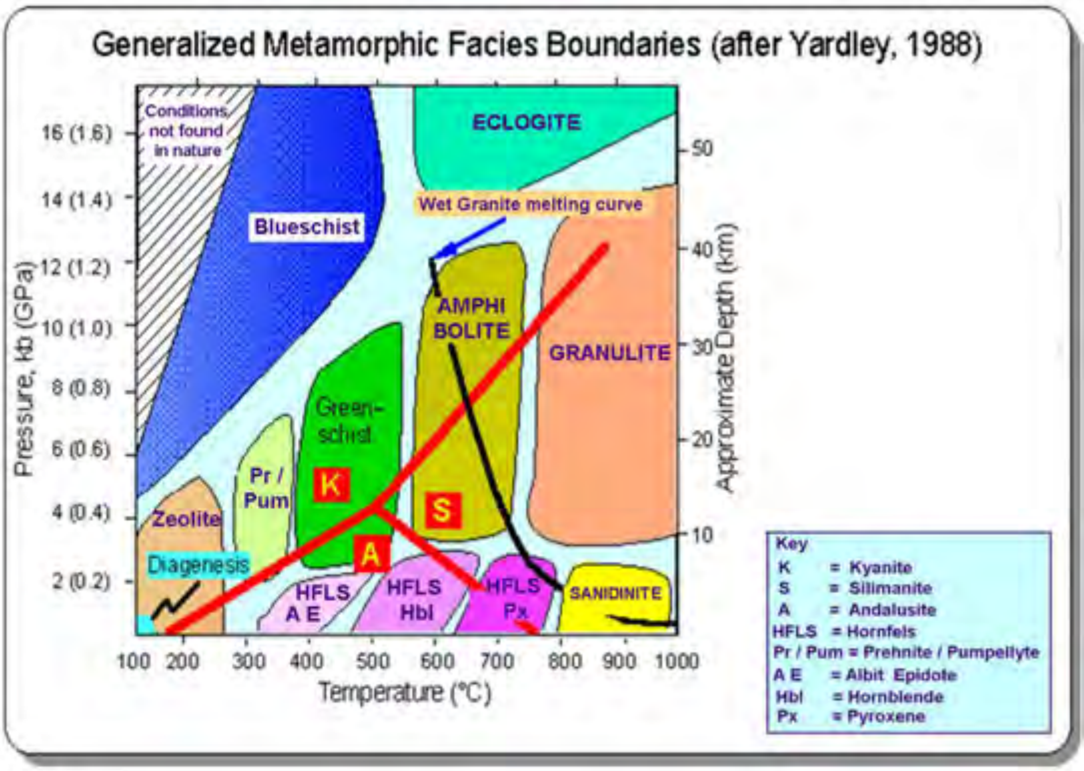
wollastonite + anorthite + diopside

monticellite + melilite ± calcite, diopside (also tilleyite, spurrite, merwinite, larnite and other rare Ca- or Ca-Mg-silicates.

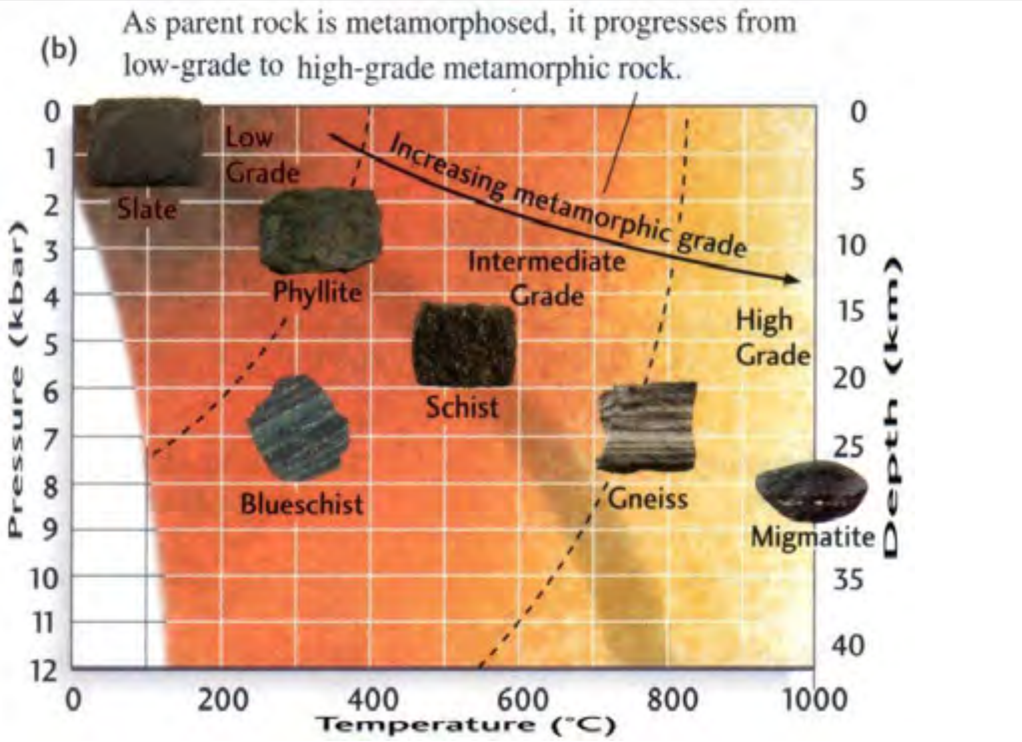




Gambar 1.89. Sanidine facies



Gambar 1.90. Facies Metamorfosa yang terjadi dalam hubungannya dengan P dan T



Gambar 1..91. hubungan antara P – T dengan batuan metamorf yang terbentuk.

Pengenalan batuan metamorf tidak jauh berbeda dengan jenis batuan lain yaitu didasarkan pada warna, tekstur, struktur dan komposisinya.

Namun untuk batuan metamorf ini mempunyai kekhasan dalam penentuannya yaitu pertama-tama dilakukan tinjauan apakah termasuk dalam struktur foliasi (ada penjajaran mineral) atau non foliasi (tanpa penjajaran mineral).

Setelah penentuan struktur diketahui, maka penamaan batuan metamorf baik yang berstruktur foliasi maupun berstruktur non foliasi dapat dilakukan.

Misal: struktur skistose nama batuannya sekis; gneisik untuk genis; slatycleavage untuk slate/ sabak. Sedangkan non foliasi, misal: struktur hornfelsik nama batuannya hornfels ; liniasi untuk asbes

5. Struktur batuan Metamorf

Pada pengklasifikasiannya berdasarkan struktur, batuan metamorf diklasifikasikan menjadi dua, yaitu :

1. **Struktur Foliasi**, struktur planar pada batuan metamorf sebagai akibat dari pengaruh tekanan diferensial (berbeda) pada saat proses metamorfisme. Struktur foliasi ditunjukkan oleh adanya penjajaran mineral-mineral penyusun batuan metamorf. Struktur foliasi ini terdiri dari struktur Slatycleavage, struktur Filitic, struktur Schistosa, dan struktur Gneisosa.

Struktur Slatycleavage

Merupakan struktur yang terbentuk pada derajad rendah , peralihan dari batuan sedimen (batu lempung) ke metamorf. Mineralnya berukuran halus dan kesan penjajaran / foliasi nya halus sekali , dengan memperlihatkan belahan belahan yang rapat , mulai terdapat daun daun mika halus .

Struktur Filitik (Phylitic)

Mirip dengan slatycleavage , hanya mineral dan kesejajarannya / foliasi nya sudah mulai agak kasar . Derajad metamorfosanya lebih tinggi dari salte (batu sabak), dimana daun daun mika dan khlorit sudah cukup besar / kasar , tampak berkilap sutera pada pecahan pecahannya .

Struktur Schistosa (Schistosity)

Adalah struktur yang memperlihatkan mineral mineral pipih (biotit , muscovit , feldspar) lebih banyak / dominan dibandingkan mineral butiran . Struktur ini dihasilkan oleh metamorfosa tipe regional. Derajad metamorfosanya lebih tinggi dari filit , dicirikan dengan hadirnya mineral mineral lain disamping mika . Ciri yang sangat khas adalah kepingan kepingan yang tampak jelas dari mi neral mineral pipih seperti mineral mika , talk , dan klorit .

Struktur Gnesosa (Gneissic)

Struktur batuan metamorf dimana jumlah mineral mineral yang granular / membutir relatif lebih banyak dibanding mineral pipih dan mempunyai sifat / memperlihatkan banded (seperti berlapis / sejajar) , struktur ini terbentuk pada derajad metamorfosa tinggi pada tipe metamorfosa regional . Komposisi mineralnya

mengingatkan kita pada komposisi mineral pada batuan beku , yaitu terdapatnya mineral kwarsa , feldspar dan mineral mafic .



Gambar 1.92. Struktur Foliasi pada batuan metamorf

2. **Struktur Non Foliasi**, struktur batuan metamorf yang tidak memperlihatkan penjajaran mineral-mineral dalam batuan tersebut

Struktur Hornfelsik

Dicirikan adanya butiran butiran yang seragam , terbentuk pada bagian dalam daerah kontak sekitar tubuh batuan beku. Pada umumnya merupakan rekristalisasi dari batuan asal . Tidak ada foliasi , batuan tampak halus dan padat.

Struktur Milonitik

Struktur yang berkembang karena adanya penghancuran batuan asal yang mengalami metamorfosa tipe Dinamo Thermal . Batuan berbutir halus dan liniasinya ditunjukkan oleh adanya orientasi mineral yang berbentuk lentikuler (seperti lensa / oval) , terkadang masih tersisa lensa lensa batuan asalnya .

Struktur Kataklastik

Struktur ini hampir sama dengan struktur milonitik , hanya butirannya lebih kasar.

Struktur Pilonitik

Struktur ini menyerupai struktur milonitik tetapi butirannya lebih kasar dan strukturnya mendekati tipe filitik .

Struktur Flaser

Seperti struktur kataklastik , tetapi struktur batuan asal yang berbentuk lensa / lentikuler tertanam dalam massa milonit .

Struktur Augen

Seperti struktur flaser , hanya saja lensa lensanya terdiri dari butir butir mineral feldspar dalam massa dasar yang lebih halus .

Struktur Granulose

Struktur ini hampir sama dengan struktur hornfelsik , tetapi ukuran butirannya tidak sama besar

Struktur Liniasi

Struktur yang diperlihatkan oleh adanya kumpulan dari mineral mineral yang berbentuk seperti jarum (fibrous) . (**Tugas amatilah 3 contoh mineralnya !**)

CARA MENENTUKAN STRUKTUR BATUAN METAMORF

- Amati sampel batuan metamorf yang ada , amati apakah termasuk foliasi atau non foliasi (apakah ada atau tidak ada kesan penjajarannya) dari mineral mineral di dalam batu tersebut .

- Kalau foliasi , apakah mineralnya pipih atau membutir. Mineralnya halus atau kasar , ada tidak mineral mikanya .Kalau tidak foliasi apakah ukuran mineralnya sama besar atau tidak sama besar .

- Kemudian tentukan nama strukturnya, hasilnya kalian tulis dalam lembar diskripsi

Di laboratorium batuan untuk struktur batuan meta morf non foliasi seperti struktur hornfelsic struktur granulose dan struktur liniasi cukup tersedia sampel / contoh batuannya untuk kalian amati . Sedangkan untuk struktur non foliasi selain itu akan kalian amati saat praktek lapangan , hal tersebut mengingat dimensi batuan yang harus diamati / tubuh batuannya besar , sehingga paling baik diamati langsung di lapangan .

6. Tekstur Batuan Metamorf

Tekstur yang berkembang selama proses metamorfisme secara tipikal penamaannya mengikuti kata-kata yang mempunyai akhiran *-blastik*. Contohnya, batuan metamorf yang berkomposisi kristal-kristal berukuran seragam disebut dengan *granoblastik*. Secara umum satu atau lebih mineral yang hadir berbeda lebih besar dari rata-rata; kristal yang lebih besar tersebut dinamakan *porphiroblast*. Porphiroblast, dalam pemeriksaan sekilas, mungkin membingungkan dengan fenokris (pada batuan beku), tetapi biasanya mereka dapat dibedakan dari sifat mineraloginya dan foliasi alami yang umum dari matrik. Pengujian mikroskopik porphiroblast sering menampakkan butiran-butiran dari material matrik, dalam hal ini disebut *poikiloblast*. Poikiloblast biasanya dianggap terbentuk oleh pertumbuhan kristal yang lebih besar disekeliling sisa-sisa mineral terdahulu, tetapi kemungkinan poikiloblast dapat diakibatkan dengan cara pertumbuhan sederhana pada laju yang lebih cepat daripada mineral-mineral matriknya, dan yang melingkupinya. Termasuk material yang menunjukkan (karena bentuknya, orientasi atau penyebarannya) arah kenampakkan mula-mula dalam batuan (seperti skistosity atau perlapisan asal); dalam hal ini porphiroblast atau poikiloblast dikatakan mempunyai *tekstur helicitik*. Kadangkala batuan metamorf terdiri dari kumpulan butiran-butiran yang berbentuk melensa atau elipsoida; bentuk dari kumpulan-kumpulan ini disebut *augen* (German untuk "mata"), dan umumnya hasil dari kataklastik (penghancuran, pembutiran, dan rotasi). Sisa kumpulan ini dihasilkan dalam butiran matrik. Istilah umum untuk agregat adalah *porphyroklast*. Tekstur pada batuan metamorf secara garis besar dibagi dua yaitu tekstur Kristaloblastik dan tekstur Palimsest

Tekstur Kristaloblastik : ialah Tekstur pada batuan metamorf yang terjadi pada saat tumbuhnya mineral dalam suasana padat dan bukan mengkristal dalam suasana cair karena itu kristal yang terjadi disebut Blastos . Tekstur batuan asalnya sudah tidak tampak lagi , diganti dengan tekstur baru.

Tekstur Kristaloblastik ini dibagi lagi menjadi 6 bagian tekstur , yaitu :

- Tekstur Lepidoblastik ,
- Tekstur Granoblastik ,
- Tekstur Nematoblastik ,
- Tekstur Porfiroblastik ,
- Tekstur Idioblastik ,

- Tekstur Xenoblastik .

Tekstur Palimpsest : ialah Tekstur sisa dari batuan asalnya yang masih dijumpai pada batuan metamorf yang terbentuk .

Tekstur Palimpsest ini dibagi lagi menjadi 4 bagian tekstur , yaitu :

- Tekstur Blastoporfiritik ,
- Tekstur Blastopsefit ,
- Tekstur Blastopsamit,
- Tekstur Blastopellite.

<u>Di bawah ini adalah yang termasuk dalam bagian tekstur Kristaloblastik</u> .

● **Tekstur Lepidoblastik**

Ialah tekstur batuan metamorf yang didominasi oleh mineral mineral pipih dan memperlihatkan orientasi sejajar , seperti mineral mineral biotit, muscovit dll.

● **Tekstur Granoblastik**

Ialah tekstur pada batuan metamorf yang terdiri dari mineral mineral yang membentuk butiran yang seragam, seperti mineral kwarsa, kalsit, garnet dl.

● **Tekstur Nematoblastik**

Ialah tekstur pada batuan metamorf yang terdiri dari mineral mineral yang berbentuk prismatik, menjarum dan memperlihatkan orientasi sejajar .

Contoh seperti pada mineral amphibol, silimanit, piroksin dll.

●**Tekstur Porfiroblastik**

Ialah tekstur pada batuan metamorf dimana suatu kristal besar (fenokris) tertanam dalam massa dasar yang relatif halus . Identik dengan tekstur Porfiritik pada batuan beku .

●**Tekstur Idioblastik**

Ialah tekstur pada batuan metamorf dimana bentuk mineral penyusunnya euhedral

●**Tekstur Xenoblastik**

Ialah tekstur pada batuan metamorf dimana bentuk mineral penyusunnya anhedral

Dibawah ini adalah yang termasuk dalam bagian tekstur Palimpsest

●**Tekstur Blastoporfiritik**

Ialah tekstur sisa dari batuan asal yang bertekstur porfiritik.

●**Tekstur Blastopsefit**

Ialah tekstur sisa dari batuan sedimen yang ukuran butirnya lebih besar dari pasir (psefite).

●**Tekstur Blastopsamit**

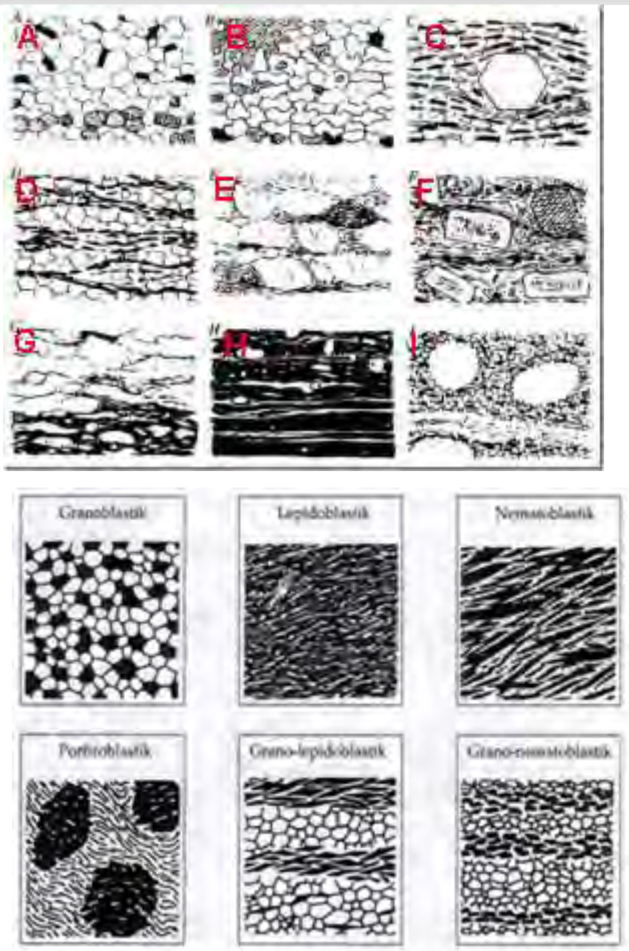
Ialah tekstur sisa dari batuan sedimen yang ukuran butirnya sama besar dengan Pasir (psamite)

●**Tekstur Blastopellite**

Ialah tekstur sisa dari batuan sedimen yang ukuran butirnya sama besar dengan Lempung (pellite)

CARA MENENTUKAN TEKSTUR BATUAN METAMORF

- Amati sampel batuan metamorf yang ada , amati apakah ada tekstur sisa dari batuan beku atau tekstur sisa dari batuan sedimen didalam batu yang kalian amati tersebut.
- Kalau tidak ada tekstur sisanya, apakah mineralnya pipih atau membutir. Mineralnya berorientasi sejajar atau tidak.
  Kalau ada tekstur sisanya , apakah dari batuan beku atau dari batuan sedimen ?
- Kemudian tentukan nama teksturnya, hasilnya kalian tulis dalam lembar diskripsi



Gambar 1..93. tekstur batuan metamorf (Compton, 1985)

Keterangan pada gambar sebagai berikut :

A. Tekstur Granoblastik, sebagian menunjukkan tekstur mosaik;

B. Tekstur Granoblatik berbutir iregular, dengan poikiloblast di kiri atas;

C. Tekstur Skistose dengan porpiroblast euhedral;

D. Skistosity dengan domain granoblastik lentikuler;

E. Tekstur Semiskistose dengan meta batupasir di dalam matrik mika halus;

F. Tekstur Semiskistose dengan klorit dan aktinolit di dalam masa dasar blastoporfiritik metabasal;

G. Granit milonit di dalam proto milonit;

H. Ortomilonit di dalam ultramilonit;

I. Tekstur Granoblastik di dalam blastomilonit.

7. Komposisi mineral pada Batuan Metamorf

Pertumbuhan dari mineral-mineral baru atau rekristalisasi dari mineral yang ada sebelumnya sebagai akibat perubahan tekanan dan atau temperatur menghasilkan pembentukan kristal lain yang baik, sedang atau perkembangan sisi muka yang buruk ; bentuk Kristal kristal ini dinamakan idioblastik (bentuknya baik / euhedral), hypidioblastik (bentuknya sedang/ subhedral) , atau xenoblastik (bentuknya buruk / anhedral).

Tidak seperti kalian menentukan atau mengenali mineral pada batuan Beku dan mineral pada batuan Sedimen maka untuk mengenali atau menentukan mineral yang ada pada batuan Metamorf tanpa bantuan alat mikroskop polarisasi dan hanya dengan bantuan lensa tangan saja (loupe) atau dengan kata lain hanya secara megaskopis saja, maka sebenarnya kalian cukup sulit untuk menentukan mineral pada batuan metamorf tersebut . Sebab kalian ingat genesa / sejarah dari terjadinya batuan metamorf ini adalah telah mengalami P dan T yang cukup tinggi sehingga mineral mineral nya pun sebagian besar sudah cukup sulit untuk dikenali . Coba kalian bayangkan sebagai misal sehari hari yang mudah , karena adanya anomali atau kelainan alam (hanya contoh saja) Pohon nya terlihat seperti pohon mangga tetapi daun nya seperti daun jambu, buahnya seperti buah sawo dan batangnya seperti batang pohon beringin, nah kalian cukup sulit bukan untuk menentukan nama dari pohon tersebut ? Begitu pula sebagian besar mineral yang ada pada batuan metamorf ini, tetapi walaupun begitu kita tetap dituntut untuk dapat menentukan komposisi mineralnya.

Pada hakekatnya komposisi mineral yang terdapat dalam batuan metamorf itu dibagi menjadi dua golongan , yaitu : Mineral Stress dan Mineral Anti Stress.

- Mineral Stress

  Adalah mineral yang stabil dalam kondisi Tekanan , dimana mineral ini dapat ber bentuk pipih atau tabular , atau prismatik , maka mineral mineral tersebut akan tumbuh tegak lurus searah gaya .

  Contoh mineral Stress :

  - Mika , Zeolite , Tremolit
  - Actinolite , Glaukofan , Hornblenda , Chlorite

- Serpentin , Epidote , Sillimanit , Staurolit , Kyanit , Antopilit .

- Mineral Anti Stress

  Adalah suatu mineral yang terbentuk dalam kondisi Tekanan .

  Bentuk dari mineral ini pada umumnya equidimensional .

  Contoh mineral Anti Stress :

  - Kwarsa , Kalsit , Feldspar , Kordierite , Garnet .

Selain mineral Stress dan mineral Anti Stress , ada juga mineral yang khas hanya dijumpai pada batuan metamorf saja , dan menunjukkan tipe metamorfosa serta derajad metamorfosanya pada batuan yang mengandung mineral itu .

Contoh mineral tersebut adalah :

● Mineral khas dari tipe metamorfosa Regional :

- Silimanit , Kyanit , Andalusit , Staurolit , Talk

● Mineral khas dari metamorfosa Regional yang menunjukkan derajad metamorfosa

- Metamorfosa derajad rendah dijumpainya mineral : Kalsit , biotit
- Metamorfosa derajad menengah dijumpainya mineral : Alamandin , Kyanit
- Metamorfosa derajad tinggi dijumpainya mineral : Silimanite

(HGF. Winkler , 1965).

● Mineral khas dari tipe metamorfosaThermal :

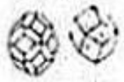
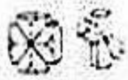
- Garnet , Grafit , Corundum

● Mineral khas yang dihasilkan dari efek larutan kimia :

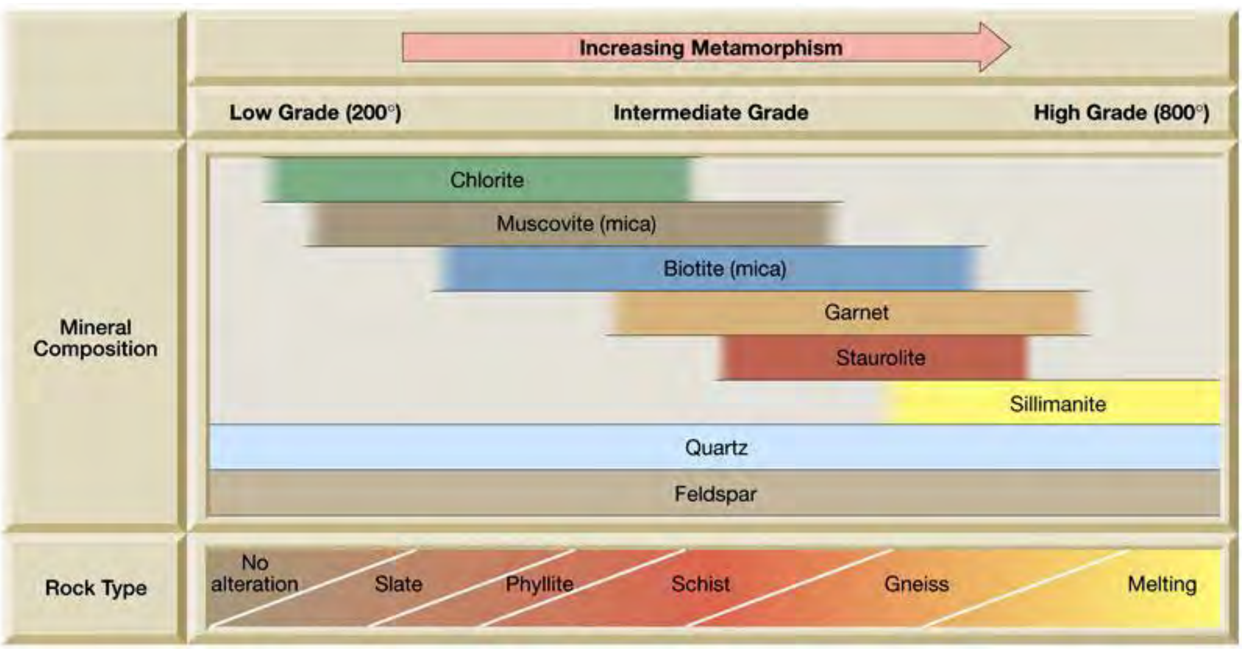
- Epidote , Wollastonite , Chlorite .

CARA MENENTUKAN KOMPOSISI MINERAL BATUAN METAMORF

- Amati sampel batuan yang ada dan tentukan nama mineral mineral yang ada dalam batu an metamorf tersebut, berdasar ciri ciri mineral yang telah kalian peroleh dalam pemelajaran mineralogi yang lalu.
- Tuliskan hasilnya (dengan sebelumnya masing masing mineral diprosentasekan) ke dalam lembar / form kertas diskripsi kalian .

Name	Composition	System	Form		Habit	Colour	Other properties
andalusite	Al_2SiO_5	orthorhombic		basal sections of chiastolite	prismatic	pale brown	usually covered by layers of mica
kyanite	Al_2SiO_5	triclinic			bladed (prismatic)	pale blue	
sillimanite	Al_2SiO_5	orthorhombic			prismatic (acicular)	pale straw	
garnet	$X_3Al_2Si_3O_{12}$ X = Mg, Fe, Ca, Mn	cubic		icositetrahedron, dodecahedron	euhedral crystals	red, black, green, etc.	isotropic, may contain inclusions
staurolite	$(FeMg)_2(AlFe)_9Si_4O_{22}(OH)_2$	monoclinic (pseudo-orthorhombic)			squat prismatic	dark brown	
cordierite	$(MgFe)_2Al_4Si_5O_{18}$	orthorhombic (pseudo-hexagonal)		cyclic twinning produces a crystal with a hexagonal appearance	prismatic	deep blue	inclusions of zircon give pleochroic haloes (thin sect.)

Tabel 1.19. Ciri-ciri fisik mineral-mineral penyusun batuan metamorf (Gillen, 1982).



Gambar 1.94. Hubungan antara Temperatur dengan komposisi mineral dan batuan metamorf yang terbentuk. Perhatikan Kwarsa dan Feldspar dapat terbentuk pada daerah Low Grade sampai dengan High Grade, sedangkan Silimanite terbentuk pada High grade saja .

8. DASAR KLASIFIKASI BATUAN METAMORF

Klasifikasi / Penamaan batuan metamorf oleh beberapa ahli dibagi dalam 4 dasar

1. Berdasarkan Komposisi Kimianya,
2. Berdasarkan Asosiasi di lapangan,
3. Berdasarkan Komposisi Mineralnya,
4. Berdasarkan Struktur dan Tekstur.

● **Klasifikasi Berdasar Komposisi Kimia**

Klasifikasi / Penamaan batuan metamorf ditinjau dari unsur unsur kimia yang terkandung dalam batuan metamorf yang mencirikan batuan asalnya .

Berdasar Komposisi kimianya maka batuan metamorf dibagi dalam 5 kelompok , yaitu :

1. Kelompok Calcic Metamorphic Rock

   Adalah batuan metamorf yang berasal dari batuan yang bersifat kaya unsur Al. Umumnya berasal dari batulempung , serpih . Contoh : batusabak , phillite.

2. Kelompok Quartz Feldsphatic Rock

   Adalah batuan metamorf yang berasal dari batuan yang bersifat kaya unsur kwarsa dan feldspar . Batuan asalnya : Batupasir , batuan beku basa . Contoh : Gneiss

3. Kelompok Calcareous Metamorphic Rock

   Adalah batuan metamorf berasal dari batugamping dan dolomit. Contoh: Marmer

4. Kelompok Basic Metamorphic Rock

   Adalah batuan metamorf berasal dari batuan beku basa , semi basa dan intermediat serta tuffa dan batuan yang bersifat napalan dengan kandungan unsur K, Al, Fe, Mg

5. Kelompok Magnesia Metamorphic Rock

   Adalah batuan metamorf yang berasal dari batuan yang bersifat kaya akan unsure Mg . Contoh batuan metamorfnya : Serpentin , Skiss klorit .

● **Klasifikasi Berdasar Assosiasi Dilapangan**

Dipakai kriteria lapangan dan assosiasi mineral serta tekstur yang berhubungan dengan nature / alam dan penyebab terjadinya P dan T . Misal pada suatu zona /daerah sesar didapat kan batuan metamorf dengan struktur kataklastik , maka dari

sini kita dapat memperkirakan jenis metamorfosanya. Selanjutnya dapat menentukan nama batunya.

- **Klasifikasi Berdasar Komposisi Mineral nya**

  Klasifikasi / Penamaan batuan metamorf didasarkan pada Fasies Metamorfosa , sehingga setiap batuan metamorf akan mempunyai komposisi mineral yang spesifik atau khas. Hal tersebut disebabkan karena bila batuan asal mempunyai mineral yang khas maka akan menghasilkan Batuan Metamorf dengan Komposisi yang khas pula (H.G. F Winkler , 1965) . Sehingga sering nantinya kita mendengar istilah Fasies ini , sebagai contoh Fasies Skiss Chlorite dan seterusnya. Klasifikasi ini yang banyak dipakai ditingkat akademis / perguruan tinggi jurusan Geologi, tentunya dengan bantuan mikroskop untuk mengenali mineral mineralnya.

- **Klasifikasi Berdasar kan Struktur dan Tekstur nya**

  Berdasarkan struktur dan tekstur yang telah dibahas di halaman muka .

STRUKTUR	**TEKSTUR**	**NAMA BATU NYA**
SLATYCLEAVAGE	LEPDOBLASTIK	SLATE / BATU SABAK
FILITIK	LEPIDOBLASTIK	FILIT
SKISSTOSA	LEPIDOBLASTIK	SKISS
GNEISOSA	GNESSOSA	GNEISS
GRANOLOUS	GRANOBLASTIK/BLASTOPSAMIT	MARMER
LINIASI	NEMATOBLASTIK	ASBES

Tabel 1.20. Hubungan antara Struktur dan Tekstur dalam penamaan batuan Metamorf

J. CARA MENENTUKAN NAMA BATUAN METAMORF

- Amatilah sample batuan metamorf tersebut, kemudian kalian tentukan apakah termasuk struktur foliasi atau non foliasi, dengan mengamati apakah mineral mineralnya memperlihatkan kesan penjajaran / foliasi atau tidak / non foliasi.

- Berdasarkan struktur yang telah ditentukan foliasi atau non foliasi tersebut maka penamaan batuan metamorf untuk yang :

<u>Berstruktur foliasi</u> adalah sebagai berikut :

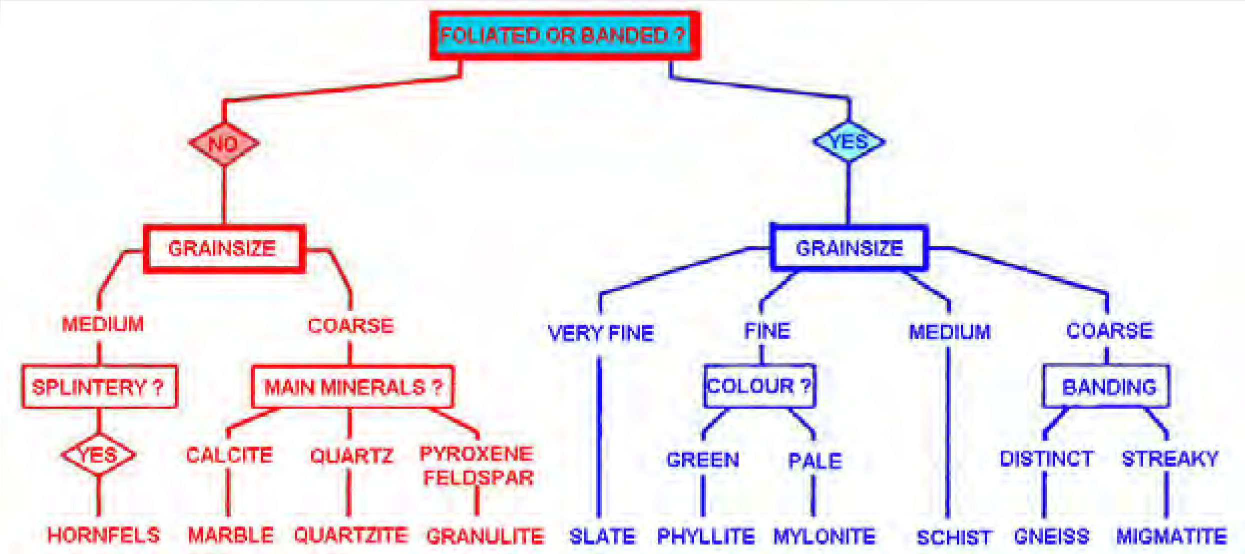
Pertama kalian amati ukuran butirnya terlebih dahulu, apakah ukurannya very fine, fine, medium atau coarse (sangat halus, halus, sedang atau kasar).

Bila ukurannya sangat halus maka namanya Slate, bila ukurannya halus maka kita lihat warnanya, apakah batu ini berwarna hijau (green) atau pucat (pale), bila warnanya hijau maka namanya Phylite, bila pale maka namanya Mylonite. Bila ukurannya sedang maka namanya Schist , (Bila komposisi mineral mineral tertentu melimpah , maka nama mineralnya itu dapat dipakai sebagai sifat dalam penamaan batuan . Sebagai contoh banyak / melim pah mineral mika / muscovit . Maka namanya Skiss mika) .

Bila ukurannya kasar maka kita lihat apakah distinct (berbeda beda kandungan komposisinya) atau streaky, (bergaris), bila distinc maka namanya adalah Gneiss sedangkan apabila bergaris maka namanya magmatic.

<u>Untuk yang berstruktur non foliasi</u> adalah sebagai berikut :

Pertama kalian amati ukuran butirnya, medium atau coarse (sedang atau kasar), bila ukuran butirnya sedang dan sangat keras maka namanya adalah Hornfels. Bila ukurannya kasar, maka kita lihat mineral yang dominan dibatu itu, bila mineral yang dominan berupa mineral kalsit maka namanya Marble / marmer , bila mineral yang dominan adalah mineral kwarsa maka namanya adalah Kwarsit dan apabila mineral yang dominan adalah Pyroxin dan Feldspar maka namanya adalah Granulite.



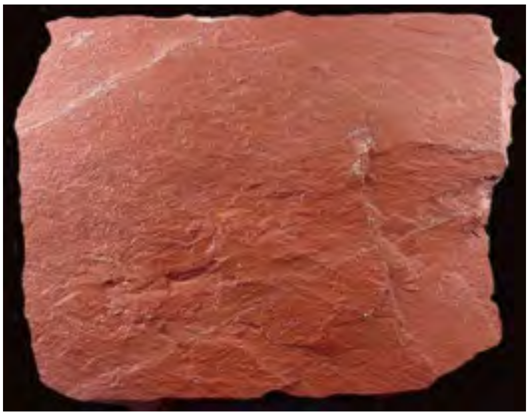
Gambar 1.95 Diagram Alir untuk meng identifikasi nama batuan metamorf (Gillen , 1982)

	Color	Rock Name	Distinctive Features	Typical Parent Rock
Non-Foliated	Light Color	Marble	Reacts with hydrochloric acid. Color streaks or blotches may be present. Look for calcite rhombohedrons if coarse. Rare "ghost fossils."	Limestone
Non-Foliated	Light Color	Quartzite	Fused quartz grains will fracture across original grain boundaries. May have a sugary texture, but smoother than sand-stone.	Sandstone
Non-Foliated	Green	Serpentinite	Lime green to dark green or black, heavy and dense. Commonly has slickensided surfaces.	Mafic or Ultramafic
Non-Foliated	Green	Eclogite	Granular dark green rock studded with red garnets; may show weak foliation.	Ultramafic
Non-Foliated	Dark Gray to Black	Hornfels	Dense, fine-grained rock with conchoidal fracture.	Any fine-grained rock
Non-Foliated	Dark Gray to Black	Anthracite	Shiny, low density black rock; may have conchoidal fracture and display parting or banding.	Bituminous coal
	Crystal Size	**Rock Name**	**Distinctive Features**	**Parent Rock**
Foliated	Microscopic Crystals	Slate	Dull to shiny; splits into thin slabs. Harder than shale. Commonly dark gray, brown, red, green.	Siltstone, shale, silicic volcanic rocks
Foliated	Microscopic Crystals	Phyllite	Nearly invisible mica crystals give this rock a satiny sheen on foliation surfaces. Often gray or gray-green.	Siltstone, shale, slate
Foliated		Schist	Visible aligned platy or elongate minerals cause foliation. Quartz, feldspar or garnets common.	Volcanic rocks, shale, slate, phyllite
Foliated	Large Crystals	Amphibolite	Dark, heavy rock with aligned hornblende crystals and accessory feldspar.	Mafic igneous rocks, graywacke, carbon-ate-rich shale
Foliated	Large Crystals	Gneiss	A coarse-grained rock with banded appearance due to mineral segregation.	Silicic igneous rocks, arkose, siltstone, or shale

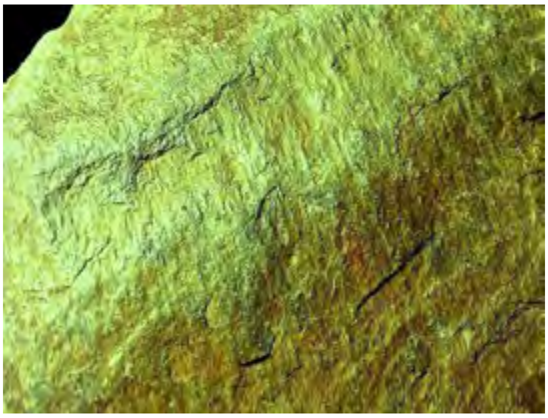
Tabel 1.21. Klasifikasi Batuan Metamorf (O"Dunn dan Sill, 1986).

Gambar gambar batuan metamorf .

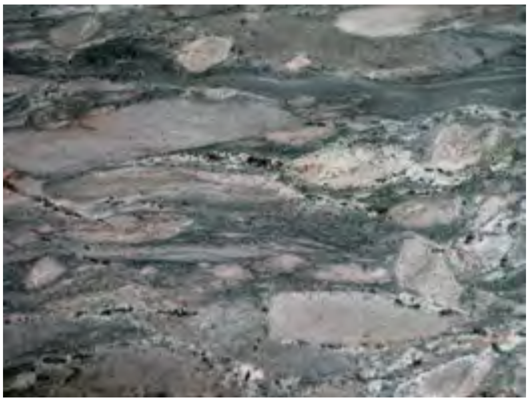
Gambar 1.96. batuan metamorf dengan struktur foliasi



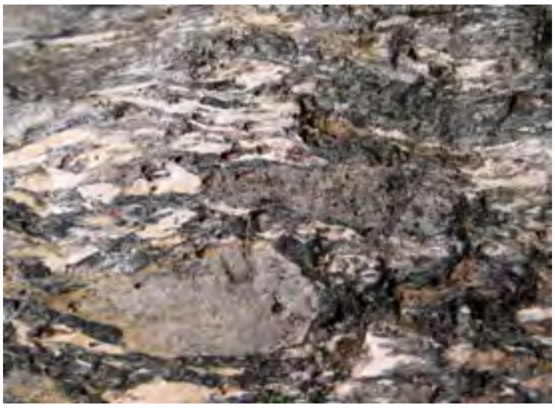
Batu Slate



Batu Phylite



Batu Milonite



Batu Milonite



Batu Skiss mika - garnet



Batu Skiss - kwarsa - serisit


Batu Gneiss terlihat bended distinc


Batu Gneiss dengan lensa feldspar


Batu Migmatic terlihat bended streaky


Batu Migmatic terlihat bended streaky

Gambar1.97. batuan metamorf dengan struktur non foliasi



Batu Hornfels (batu tanduk)



Batu Hornfels (batu tanduk)



Batu marmer / marble



Batu kwarsit



Batu marmer mengandung dolomite



Batu Granulite

Gambar 1.98. Batuan Meta sedimen dan metabeku







Batu Metasedimen Conglomerate Batu metasedimen Skarn Limestone (A) dan Batu metamigmatic (B)

Evaluasi :

1. Jelaskan mengenai konsep batuan metamorf
2. Jelaskan pengaruh T dan P dalam hubungannya dengan batuan metamorf
3. Jelaskan perbedaan antara Diagenesa, Anateksis dengan Metamorfisme dalam pembentukan suatu batuan.
4. Jelaskan mengenai facies dalam batuan metamorf
5. Apakah yang dimaksudkan sebagai struktur dalam batuan metamorf ?
6. Apakah yang dimaksudkan sebagai tekstur dalam batuan metamorf
7. Sebutkan 8 tekstur dalam batuan metamorf
8. Sebutkan 8 struktur dalam batuan metamorf
9. Sebutkan cirri cirri metmorfisme regional, burial dan metamorfosa kontak
10. Sebutkan mineral yang khas pada batuan metamorf dan 8 nama batuan metamorf.
11. Dari pengamatan kalian pada gambar gambar batuan metamorf seperti diatas , adakah perbedaan yang menyolok dengan gambar gambar pada batuan beku dan batuan sedimen?

CONTOH HASILDISKRIPSI BATUAN METAMORF

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

SMK NEGERI 2 DEPOK SLEMAN

--- YOGYAKARTA , 2014 --

LAPORAN PRAKTIKUM BATUAN METAMORF



GAMBAR PERAGA

CONTOH FORMAT.

NOMOR URUT	: 01
NOMOR PERAGA	: 01
JENIS BATUAN	: BATUAN METAMORF
WARNA	: PUTIH KEHITAMAN
STRUKTUR	: FOLIASI , GNESSOSA
TEKSTUR	:

- KRISTALOBLASTIK, GRANOBLASTIK
- UKURAN BUTIR KASAR
- HYPIDIOBLASTIK (SUBHEDRAL)

KOMPOSISI : KWARSA 35 %
FELDSPAR 38 %
BIOTIT 7 %
HORNBLENDE 20 %

LAIN-LAIN : TAMPAK PENJAJARAN DARI MINERAL BERBUTIR (KWARSA)

NAMA BATUAN : GNEIS

PETROGENESA : HASIL DARI METAMORFISME BATUAN BEKU ASAM, DAN TERMASUK KEDALAM BATUAN METAMORFOSA REGIONAL BERDERAJAD TINGGI

YOGYAKARTA, 9 JUNI 2014

KOREKTOR : Guru Batuan

PRAKTIKAN :

Ir. MAWARDI MARISSA RAHAYU HABIBIE

NIP. 19600215 199903 1 001……………. NIS. 1471 / GEOLOGI TAMBANG

Contoh diskripsi singkat batuan metamorf

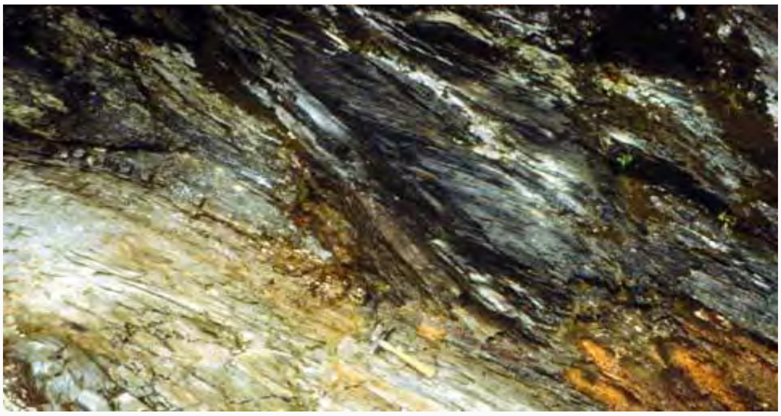
1. Slate



Slate merupakan batuan metamorf terbentuk dari proses metamorfosisme batuan sedimen Shale atau Mudstone (batulempung) pada temperatur dan suhu yang rendah. Memiliki struktur foliasi (slaty cleavage) dan tersusun atas butir-butir yang sangat halus (very fine grained).

Asal : Metamorfisme Shale dan Mudstone
Warna : Abu-abu, hitam, hijau, merah
Ukuran butir : Very fine grained
Struktur : Foliated (Slaty Cleavage)
Komposisi : Quartz, Muscovite, Illite
Derajat metamorfisme : rendah
Ciri khas : mudah membelah menjadi lembaran tipis.

2. Filit



Merupakan batuan metamorf yang umumnya tersusun atas kuarsa, sericite mica dan klorit. Terbentuk dari kelanjutan proses metamorfosisme dari Slate.

Asal : Metamorfisme Shale
Warna : Merah, kehijauan
Ukuran butir : Halus
Struktur : Foliated (Slaty-Schistose)
Komposisi : Mika, kuarsa
Derajat metamorfisme : Rendah – Intermediate
Ciri khas : Membelah mengikuti permukaan gelombang

3. **Gneiss**



Merupakan batuan yang terbentuk dari hasil metamorfosisme batuan beku dalam temperatur dan tekanan yang tinggi. Dalam Gneiss dapat diperoleh rekristalisasi dan foliasi dari kuarsa, feldspar, mika dan amphibole.

Asal : Metamorfisme regional siltstone, shale, granit
Warna : Abu-abu
Ukuran butir : Medium – Coarse grained
Struktur : Foliated (Gneissic)
Komposisi : Kuarsa, feldspar, amphibole, mika
Derajat metamorfisme : Tinggi
Ciri khas : Kuarsa dan feldspar nampak berselang-seling dengan lapisan tipis kaya amphibole dan mika

4. Sekis



Schist (sekis) adalah batuan metamorf yang mengandung lapisan mika, grafit, horndlende. Mineral pada batuan ini umumnya terpisah menjadi berkas-berkas bergelombang yang diperlihatkan dengan kristal yang mengkilap.

Asal : Metamorfisme siltstone, shale, basalt
Warna : Hitam, hijau, ungu, coklat
Ukuran butir : Fine – Medium Coarse
Struktur : Foliated (Schistose)
Komposisi : Mika, grafit, hornblende
Derajat metamorfisme : Intermediate – Tinggi
Ciri khas : Foliasi yang kadang bergelombang, terkadang terdapat garnet

5. Marmer



Terbentuk ketika batu gamping mendapat tekanan dan panas sehingga mengalami perubahan dan rekristalisasi kalsit. Utamanya tersusun dari kalsium karbonat. Marmer bersifat padat, kompak dan tanpa foliasi.

Asal : Metamorfisme batu gamping, dolostone

Warna : Bervariasi

Ukuran butir : Medium – Coarse Grained

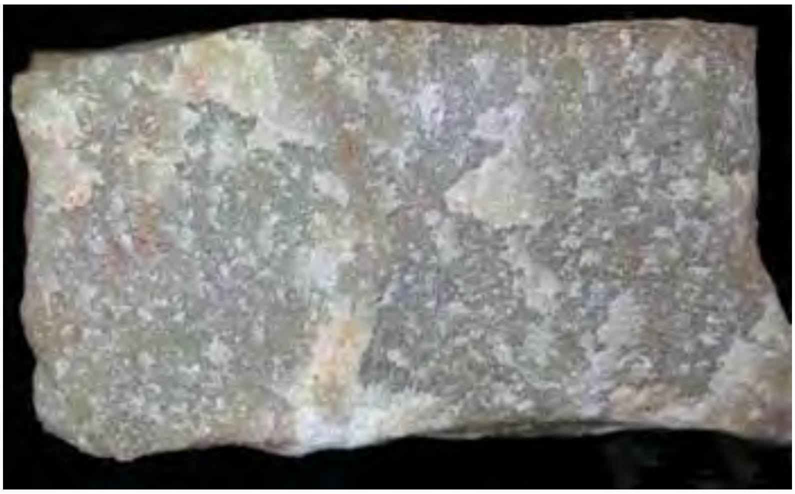
Struktur : Non foliasi

Komposisi : Kalsit atau Dolomit , dengan sedikit grafit

Derajat metamorfisme : Rendah – Tinggi

Ciri khas : Tekstur berupa butiran seperti gula, terkadang terdapat fosil, bereaksi dengan HCl.

6. Kuarsit

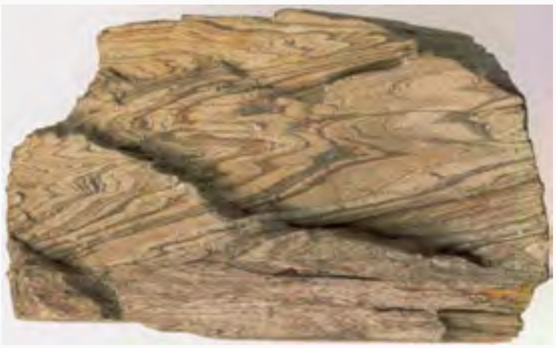


Adalah salah satu batuan metamorf yang keras dan kuat. Terbentuk ketika batupasir (sandstone) mendapat tekanan dan temperatur yang tinggi. Ketika batupasir bermetamorfosis menjadi kuarsit, butir-butir kuarsa mengalami rekristalisasi, dan biasanya tekstur dan struktur asal pada batupasir terhapus oleh proses metamorfosis .

Asal : Metamorfisme sandstone (batupasir)
Warna : Abu-abu, kekuningan, cokelat, merah
Ukuran butir : Medium coarse
Struktur : Non foliasi
Komposisi : Kuarsa
Derajat metamorfisme : Intermediate – Tinggi
Ciri khas : Lebih keras dibanding glass

7. Milonit





Milonit merupakan batuan metamorf. Terbentuk oleh rekristalisasi dinamis mineral-mineral pokok yang mengakibatkan pengurangan ukuran butir-butir batuan. Butir-butir batuan ini lebih halus dan dapat dibelah seperti schistose.

Asal : Metamorfisme dinamik
Warna : Abu-abu, kehitaman, coklat, biru
Ukuran butir : Fine grained
Struktur : Foliasi
Komposisi : Kemungkinan berbeda untuk setiap batuan
Derajat metamorfisme : Tinggi
Ciri khas : Dapat dibelah-belah

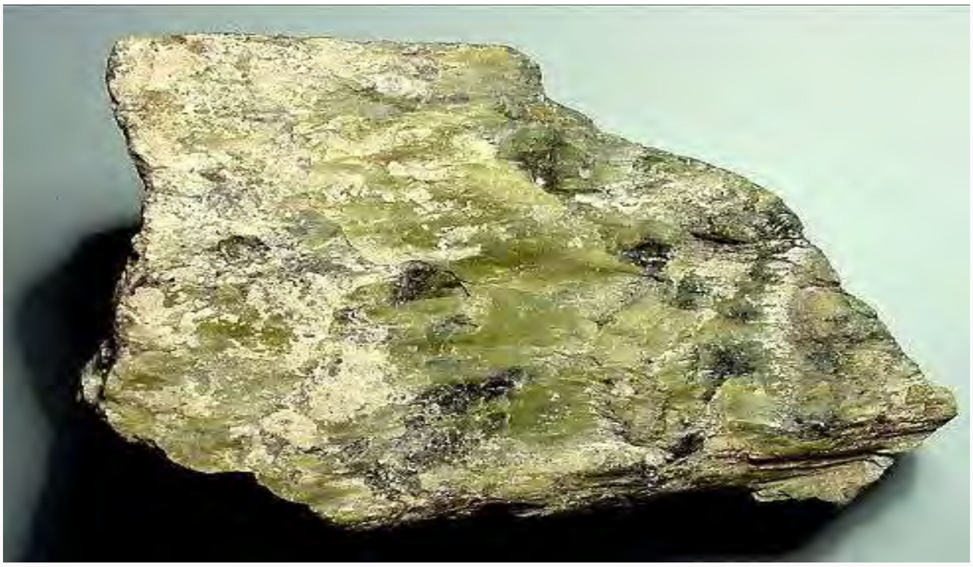
8. Filonit



Merupakan batuan metamorf dengan derajat metamorfisme lebih tinggi dari Slate. Umumnya terbentuk dari proses metamorfisme Shale dan Mudstone. Filonit mirip dengan milonit, namun memiliki ukuran butiran yang lebih kasar dibanding milonit dan tidak memiliki orientasi. Selain itu, filonit merupakan milonit yang kaya akan filosilikat (klorit atau mika)

Asal : Metamorfisme Shale, Mudstone
Warna : Abu-abu, coklat, hijau, biru, kehitaman
Ukuran butir : Medium – Coarse grained
Struktur : Foliasi
Komposisi : Beragam (kuarsa, mika, dll)
Derajat metamorfisme : Tinggi
Ciri khas : Permukaan terlihat berkilau

9. Serpetinit



Serpentinit, batuan yang terdiri atas satu atau lebih mineral serpentine dimana mineral ini dibentuk oleh proses serpentinisasi (serpentinization). Serpentinisasi adalah proses proses metamorfosis temperatur rendah yang menyertakan tekanan dan air, sedikit silica mafic dan batuan ultramafic teroksidasi dan ter-hidrolize dengan air menjadi serpentinit.

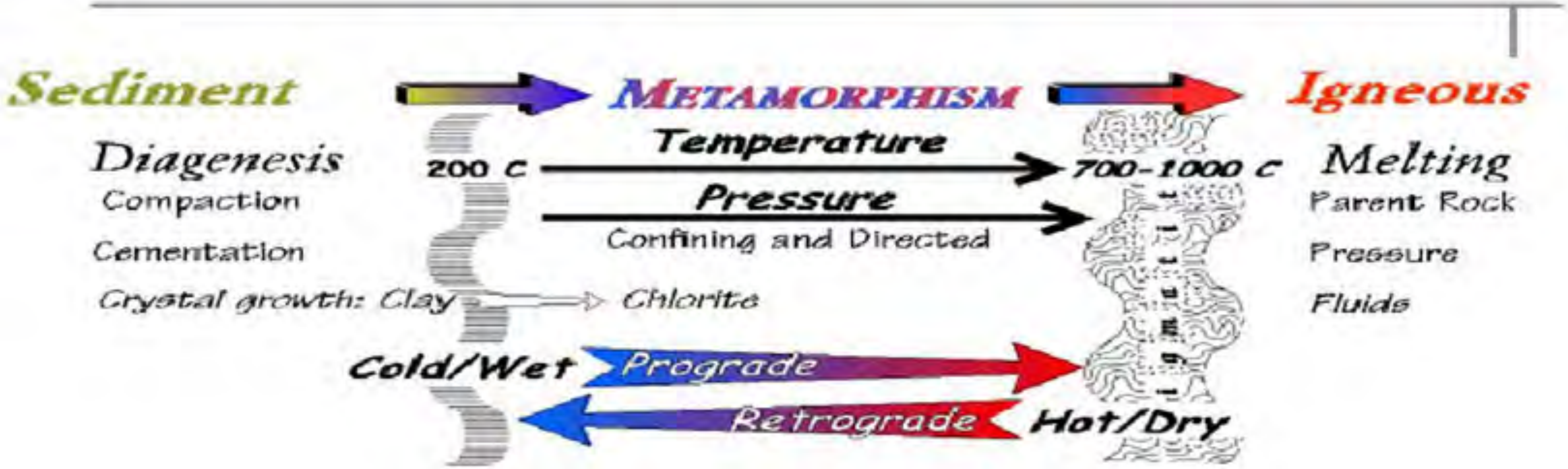
Asal : Batuan beku basa
Warna : Hijau terang / gelap
Ukuran butir : Medium grained
Struktur : Foliasi
Komposisi : Serpentine
Ciri khas : Kilap berminyak dan lebih keras dibanding kuku jari

10. Hornfels



Hornfels terbentuk ketika shale dan claystone mengalami metamorfosis oleh temperatur dan intrusi beku, terbentuk di dekat dengan sumber panas seperti dapur magma, dike, sil. Hornfels bersifat padat tanpa foliasi.

Asal : Metamorfisme kontak shale dan claystone
Warna : Abu-abu, biru kehitaman, hitam
Ukuran butir : Fine grained
Struktur : Non foliasi
Komposisi : Kuarsa, mika(biotit)
Derajat metamorfisme : Metamorfisme kontak
Ciri khas : Lebih keras dari pada glass, tekstur merata



Common Sedimentary Rocks			
Classification	Sedimentary Rock	Composition	Depositional Environment
Clastic (Detrital)	Shale	Clay and/or silt	Swamp, floodplain, river bottom
	Sandstone	Sand	Beach, desert
	Conglomerate	Various-sized pebbles	Riverbed
Non-Clastic (Chemical)	Limestone	Calcite or fragmented shells	Shallow sea, coastline
	Chert (flint)	Chalcedony (quartz), traces of other minerals	Formed from a silica-rich precipitate in a deep ocean environment.
	Bituminous Coal	Plant material	Ancient forest or swamp

Common Metamorphic Rocks			
Classification	Metamorphic Rock	Parent Rock	Common Minerals
Foliated (Banded)	Slate	Shale, mudstone	Quartz, clay minerals (feldspars)
	Schist	Shale, slate, basalt, or granite	Mica, chlorite, talc, quartz
	Gneiss	Shale, schist, granite, sandstone, and other rock types	Quartz, feldspars
Non-Foliated (Not Banded)	Quartzite	Sandstone	Quartz
	Marble	Limestone, dolomite	Calcite
	Anthracite coal	Bituminous coal	Crystalline carbon

Common Igneous Rocks			
Classification	Igneous Rock	Color	Common Minerals
Intrusive Igneous Rocks	Granite	Felsic (light-colored)	Quartz, potassium feldspar, plagioclase feldspar, mica
	Diorite	Intermediate	Plagioclase feldspar, amphibole, pyroxene, mica
	Gabbro	Mafic (dark-colored)	Plagioclase feldspar, pyroxene, olivine
Extrusive Igneous Rocks	Rhyolite	Felsic	Quartz, potassium feldspar, plagioclase feldspar, mica
	Andesite	Intermediate	Plagioclase feldspar, amphibole, pyroxene, mica
	Basalt	Mafic	Plagioclase feldspar, pyroxene, olivine
	Pumice	Felsic/Intermediate	Various silicates
	Obsidian	Variable	Various silicates

TABEL RINGKASAN PROSES DAN HASIL DARI BATUAN SEDIMEN - METAMORF DAN BATUAN BEKU

1.10. PENGAMATAN BATUAN DI LAPANGAN

Dalam mempelajari batuan tidaklah cukup kita hanya belajar teori diruang kelas saja ataupun hanya di ruang Laboratorium saja. Laboratorium paling lengkap adalah di alam itu sendiri. Kelebihan kita dalam belajar langsung dialam adalah kita melihat dan mengamati batuan dalam kondisi apa adanya, kadang kadang masih tertutup tanah atau pepohonan dan kita akan lebih jelas lagi dalam mengamati struktur dari batuannya dialam dibandingkan dengan hanya mengamati contoh setangan (*handspeciment*). Pengamatan batuan ini dilakukan apabila kalian telah tuntas dalam mempelajari peralatan geologi yang ada dalam mata pelajaran geologi dasar. Sebab mata pelajaran peralatan geologi tidak diajarkan secara detail dalam pelajaran batuan ini.

1.10.1. Peralatan yang diperlukan untuk praktek lapangan

1. **Palu Geologi** jenis palu sedimen maupun jenis palu beku. Kegunaan palu ini untuk mengambil contoh batuan beku maupun batuan sedimen
2. **Kantong sampel**. Untuk tempat batuan yang kita ambil. Kantong ini kita tempel label dan kita tulis kode sampel agar tidak keliru dan tercampur dengan sampel lainnya.
3. **HCl** , cairan asam chloride ini untuk menguji apakah batu yang kita amati mengandung karbonat atau tidak, bila mengandung karbonat maka batu tersebut saat ditetes HCl akan bereaksi berbuih.
4. **Kompas Geologi** , kegunaan kompas geologi ini adalah untuk :
   - Mengukur kedudukan batuan sedimen (strike dan dip)
   - Mengukur kemiringan lereng (slope)
   - Mengukur liniasi dan arah foliasi pada batuan metamorf
   - Plotting lokasi
   - Mengukur arah azimuth
   - Mengukur unsur unsur struktur geologi yang ada (kekar, bidang sesar, lipatan dll)
5. **GPS** , kegunaan dari alat GPS ini antara lain adalah untuk :
   - Mengetahui kordinat dari peta dimana kedudukan kalian dilapangan,
   - Untuk mengetahui elevasi lokasi kalian, berapa meter dari permukaan air laut,
   - Untuk melacak jejak lintasan kalian (tracking)
6. **Komparator butir**, untuk membandingkan ukuran besar butir pada batuan
7. **Tali ukur** , untuk mengukur ketebalan suatu lapisan batuan sedimen

8. **Peralatan tulis menulis**, pensil, penggaris, busur derajat, hardboard,
9. **Peralatan pribadi** seperti topi, jas hujan , bekal makanan, dsb.

Gambar peralatan geologi :



Gambar 1.99. peralatan geologi lapangan : Kompas, palu, GPS



Gambar 1.100. Komparator Butir , untuk membandingkan besar butir komposisi mineral pada batuan yang kita amati, untuk menghitung perkiraan prosentase kandungan mineral dan untuk membandingkan bentuk butir mineral yang ada pada batuan .



Gambar 1.101. Cara mengukur kedudukan (strike/dip) pada batuan sedimen di lapangan.

1.10.2. Langkah Kerja Pengamatan Batuan di Lapangan

1. Tentukan calon lokasi pengamatan dari peta dasar yang ada
2. Apakah peralatan sudah dibawa dengan lengkap dan kondisinya baik.
3. Berangkat kelokasi pengamatan dengan didampingi guru pembimbing
4. Sampai dilapangan, amatilah morfologi lokasi pengamatan tersebut, apakah morfologi nya berupa dataran, lembah, perbukitan dsb.
5. Tentukan jenis batuan yang ada , apakah termasuk batuan sedimen, batuan beku atau batuan metamorf.
6. Buatlah gambar sketsa morfologi dengan batuannya sesuai yang kalian amati
7. Sampai di lapangan , misal di LP1 (Lokasi Pengamatan 1) maka pekerjaan kalian adalah :
   - Apabila dilapangan kalian jumpai Batuan metamorf maka amatilah pertama kali strukturnya (foliasi atau non foliasi), kemudian teksturnya (Kristaloblastik atau Palimsest , bentuk butirnya bagaimana dst.) , dan komposisinya terdiri dari mineral apa saja dan berapa persen dibatuan tersebut. Apabila strukturnya foliasi maka ukurlah bidang foliasinya dengan kompas, seperti cara kalian mengukur strike pada contoh gambar diatas. Pengambilan sample dengan palu geologi dilakukan pada bagian bawah, tengah dan bagian atas dari singkapan.Sampel sampel ini dipisahkan dan dimasukkan kantong sampel yang sudah diberi nomer kode. Kemudian catatlah data data yang terekam dalam pengamatan tersebut ke dalam buku lapanganmu.
   - Apabila dilapangan kalian jumpai Batuan sedimen, maka pertama kali amatilah warna nya kemudian jenisnya (apakah sedimen klastik atau non klastik, karbonatan atau tuff an dst.) apakah memperlihatkan ciri ciri perlapisan atau tidak, kemudian amatilah ukuran butir, bentuk butirnya komparasikanlah dengan komparator butir. Kemudian amatilah struktur sedimennya apakah pararel laminasi, crossbedding, gradded bedding dsb. Kemudian amatilah komposisi butirannya, mineralnya apa saja, ada fosilnya atau tidak dsb., persen lah kandungan butirannya. Apabila batuan itu berwarna putih atau putih kecoklatan maka ujilah dengan HCl, teteskan HCl, apakah bereaksi (berbuih) atau tidak, bila berbuih maka batuan itu karbonatan, bila tidak berbuih maka kemungkinan batuan tersebut adalah tuff an. Selanjutnya ukurlah kedudukan (strike/dip) dari batuan sedimen tersebut seperti cara yang tergambar diatas. Pengukuran kedudukan batuan dilakukan tiga kali di setiap LP , yaitu diukur pada bagian kiri, tengah dan bagian kanan , kemudian hasilnya dirata-rata dan dituliskan dipeta guna membuat pelamparan batuan sedimen tersebut berdasarkan kaidah hukum

“V” (“V” rule) seperti yang diajarkan dalam pelajaran Geology dasar. . Selanjutnya pengambilan sampel dilakukan tiga kali pula yaitu pada bagian bawah, tengah dan bagian atas lapisan. Sampel sampel ini dipisahkan dan dimasukkan kantong sampel yang sudah diberi nomer kode. Jangan lupa kalian mengukur ketebalan tiap tiap lapisan batuan, pengukuran ketebalan dilakukan tegak lurus strike. Kemudian catatlah data data yang ter rekam dalam pengamatan tersebut kedalam buku lapanganmu.

- Apabila di lapangan kalian jumpai Batuan beku, maka pertama kali amatilah warnanya, kemudian jenisnya (apakah batuan beku asam, intermediate, basa atau batuan beku ultra basa), Kemudian amatilah strkturnya (apakah xenolith, massif, scoria, amygdaloid dsb.), selanjutnya amatilah teksturnya nya (derajad kristalisasi , ukuran mineral dan kemas/ fabricnya) dengan bantuan komparator butir. Amatilah pula komposisi mineral padabatuan tersebut (apakah ada mineral mafic atau felsicnya, olivine, piroksin, plagioklas, kwarsa , ortoklas dsb., kemudian persenkanlah jumlah mineral tersebut. Mengingat batuan beku tersebut tidak berlapis, maka pelamparan nya dilapangan tidak dapat memakai hukum V sehingga untuk pelamparan dapat dilakukan dengan melacaknya atau tracking memakai alat GPS. Kemudian catatlah data data yang ter rekam dalam pengamatan tersebut kedalam buku lapanganmu.

Setelah itu periksalah apakah sketsa sudah ada ? Sampel sudah ada ? Data data batuan sudah ter rekam semua ? Peralatan sudah komplit ? Selanjutnya kalian pindah ke LP2 dan melakukan pekerjaan yang sama seperti pada LP1.

Contoh catatan pada buku lapangan :

Regu 1 : (Roy Habibie , Boy Habibie , Marisa Ayu Habibie)

Hari/ tanggal : Sabtu, 11 Agustus 2014

Lokasi : Bayat, Klaten, Jawa Tengah

Cuaca : Cerah, berawan

LP : 1. Didesa Tejokusuman , morfologi perbukitan . Koordinat LS 3º41 BT 61º

Sketsa Morfologi (contoh)



Dijumpai singkapan batuan sedimen, warna abu abu kecoklatan, kenampakan yang menyolok adalah tampak perlapisan dengan struktur sedimen pararrel laminasi. Tidak ber reaksi dengan HCl. Kedudukan batuan ini adalah N211º E / 11º. Dengan ketebalan dibagian bawah 45,1 cm, dibagian tengah 3,1 meter dan dibagian atas 27,1 cm. Tebal lapisan penutup (overburden) 51,1 cm. Vegetasi yang ada pohon karet, pohon jagung dan semak semak belukar.

Diskripsi sampel batuan diLP1 bagian bawah adalah sebagai berikut, diskripsi sampel batuan LP1 bagian tengah adalah sebagai berikut dan diskripsi sampel batuan LP1 bagian atas adalah sebagai berikut (diskripsikanlah sesuai contoh diskripsi batuan sedimen yang ada di halaman sebelumnya).

Gambar 1.102. Sketsa batuan LP.1 ini adalah sbb.



BAB II
TEKNIK PEMBUATAN SAYATAN TIPIS BATUAN

A. SAYATAN TIPIS BATUAN

Analisis sayatan tipis batuan dilakukan karena sifat-sifat fisik, seperti tekstur, komposisi dan perilaku mineral-mineral penyusun batuan tersebut tidak dapat dideskripsi secara megaskopis di lapangan.

Contoh batuan-batuan tersebut adalah:

1. Batuan beku yang bertekstur afanitik atau batuan asal gunungapi
2. Batuan sedimen klastika berukuran halus, seperti batugamping, batupasir, napal, lanau, fragmen batuan dan lain-lain
3. Batuan metamorf: sekis, filit, gneis dan lain-lain

Jadi mineralogi optis atau petrografi adalah suatu metode yang sangat mendasar yang berfungsi untuk mendukung analisis data geologi. Untuk dapat melakukan pengamatan secara optis atau petrografi diperlukan sayatan tipis (*thinsection*).

Sayatan tipis (*thinsection)* adalah batuan yang disayat / diiris sesuai dengan ketipisan standar, yaitu 0,03 mm. Angka 0,03 mm dipakai sebagai standar adalah berdasar indeks warna dari mineral kwarsa dan plagioklas (William, Turner, F,J Gilbert).

Pada saat batuan disayat mencapai ketipisan 0,03 mm maka mineral-mineral yang tampak pada mikroskop polarisasi posisi sejajar nikol, akan relatif sesuai warna yang sebenarnya. Sebagai contoh apabila batuan disayat dengan ketebalan lebih dari 0,03 mm, pada mikroskop polarisasi posisi sejajar nikol maka mineral plagioklas akan tampak berwarna warni sehingga akan menyebabkan kesalahan dalam menentukan nama mineral tersebut, sedangkan apabila disayat 0,03 mm akan tampak berwarna putih sesuai warna aslinya yang telah ditentukan oleh para ahli mineral.

Kegunaan sayatan tipis ini adalah untuk keperluan Analisa Batuan atau analisa mineral secara detil (Analisa Petrografi). Dalam pembuatan sayatan tipis ini diperlukan.

B. Peralatan dan Fungsi Peralatan Kerja

Peralatan-peralatan minimum yang diperlukan dalam pembuatan sayatan tipis batuan adalah :

1. Peralatan Utama

- **Mesin pemotong batuan *(Cutting Machine)***

  Fungsinya adalah untuk memotong batuan menurut arah potong yang sudah ditentukan, sehingga berbentuk lempengan batuan untuk keperluan prosedur lebih lanjut.



Gambar 2.1. Mesin pemotong

Mesin pemotong batuan ini ada bermacam-macam tipe maupun kegunaannya, ukurannya pun juga bermacam-macam, hal ini memang sudah dirancang dari pabrik pembuatannya, dimana untuk yang berukuran besar bisa untuk memotong batuan atau sample yang besar sedangkan untuk mesin yang berukuran sedang dan kecil untuk keperluan memotong sample yang berukuran kecil.

Mesin pemotong batuan ini diperlengkapi dengan cadang pisau pemotongnya yang terdiri dari bermacam-macam tingkat ketajamannya, untuk pisau yang tajam pisau tersebut dibuat dari diamond.

Yang perlu diperhatikan adalah: Sewaktu menggunakan mesin ini harus hati-hati dan waspada karena sewaktu alat ini dihidupkan, pisau yang tajam tersebut akan berputar dengan kecepatan tinggi.

- **Mesin pemoles *(Rotary polishing table)***

Fungsi dari alat ini adalah:

Untuk menipiskan keping batuan yang akan dibuat asahan pilih sampai pada ketebalan mendekati 0,03 mm. Selain itu untuk melicinkan permukaan sample yang dipoles.



Gambar 2.2. Mesin pemoles *(Rotary polishing table)*

- **Gerinda tangan *(Plate glass lap for hand Grinding)***

  Fungsinya adalah untuk menipiskan sayatan pipih dengan jalan menggosokkan sayatan tersebut pada permukaan plate gelas dan dengan menggunakan serbuk karborundum yang paling halus. Penggosokan sayatan tersebut sampai pada ketebalan yang diinginkan.



Gambar 2.3. Gerinda tangan

- ***Hot plate***

  Fungsi dari pada alat Hot Plate adalah :

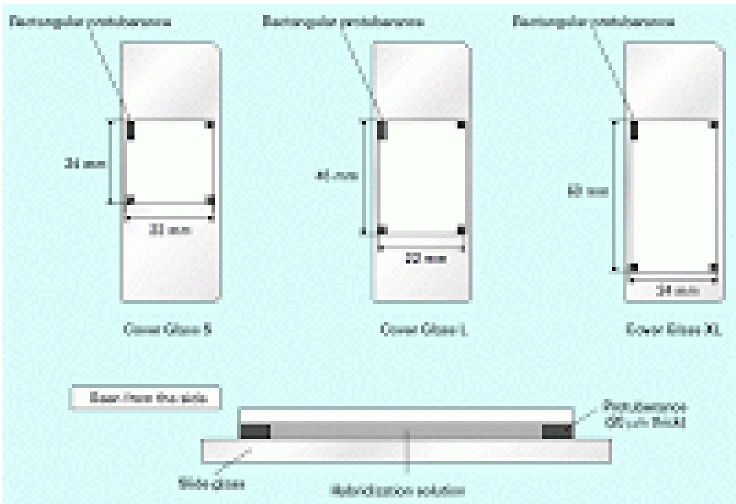
  1. Untuk mengeringkan slide glass.
  2. Untuk memanaskan lem Canada Balsam.
  3. Untuk menempelkan sample pada slide glass.
  4. Untuk menempelkan cover glass pada sayatan.



Gambar 2.4.Hot plate

- **Tempat untuk sayatan tipis**

  Ada 2 tempat untuk sayatan tipis yang digunakan, yaitu :



Gambar 2.5. penempatan sayatan tipis batuan

  - Slide Glass -> Untuk tempat melekatkan sayatan pipih batuan yang sangat tipis sekali.

- Cover Glass -> Untuk menutup hasil sayatan batuan yang merupakan hasil pembuatan sayatan pipih tersebut.

Perlu diketahui bahwa ukuran dari pada slide glass dan cover glass tersebut ada bermacam-macam, dan penggunaannya menurut kebutuhan.

2. Peralatan Tambahan

- ***Karborundum* dari ukuran kasar sampai halus**

  Berfungsi sebagai abrasi gerinda, dipergunakan pada waktu bekerja menggunakan mesin gerinda dan gerinda tangan, ukuran karborundum yang diperlukan adalah dari ukuran kasar sampai ukuran yang paling halus.



Gambar 1.6. Karborundum

- ***Canada balsem* untuk sample dan meng-over**

  Berfungsi sebagai lem yang melekatkan antara slide glass dengan asahan pipih batuan dan juga antara asahan pipih batuan dengan cover glass.



Gambar 5.7. Canada Balsam

- **Cairan pembersih: *xylene, alkohol, toluene***

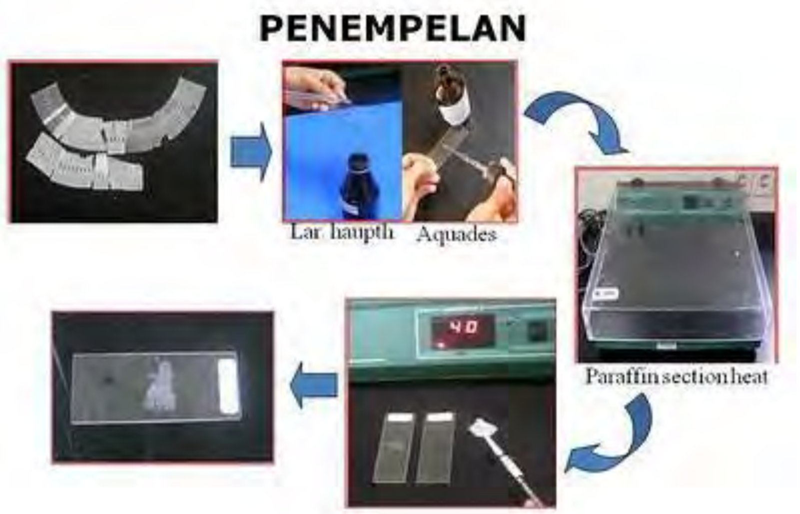
Berfungsi untuk mencairkan dan membersihkan sisa-sisa lem canada balsam.

- ***Glycol* atau *kerosene* untuk atau sebagai cairan pemolish**
  Berfungsi sebagai larutan pengganti air yang dipergunakan pada waktu menggunakan mesin pemolish.

- ***Glyceine***
  Berfungsi sebagai cover atau penutup sementara pada sayatan pipih batuan, supaya hasil sayatan tidak terkena kotoran dari luar.
- ***Spatula***
  Berfungsi untuk mengambil lem canada balsam dan membantu dalam proses pengeleman sayatan maupun dalam pemasangan cover glass.
- ***Lampu Burner***
  Berfungsi untuk memanaskan spatula yang digunakan untuk membersihkan kotoran dari pada sayatan pipih batuan yang sudah jadi.

Catatan : Bahan-bahan lain yang bisa dipakai sebagai pengganti lem atau canada balsam adalah **Lakeside 70, Expoxides, Permount, Ethelen.**

C. Teknik pembuatan sayatan tipis batuan



Gambar 2.8. Sketsa Prosedur

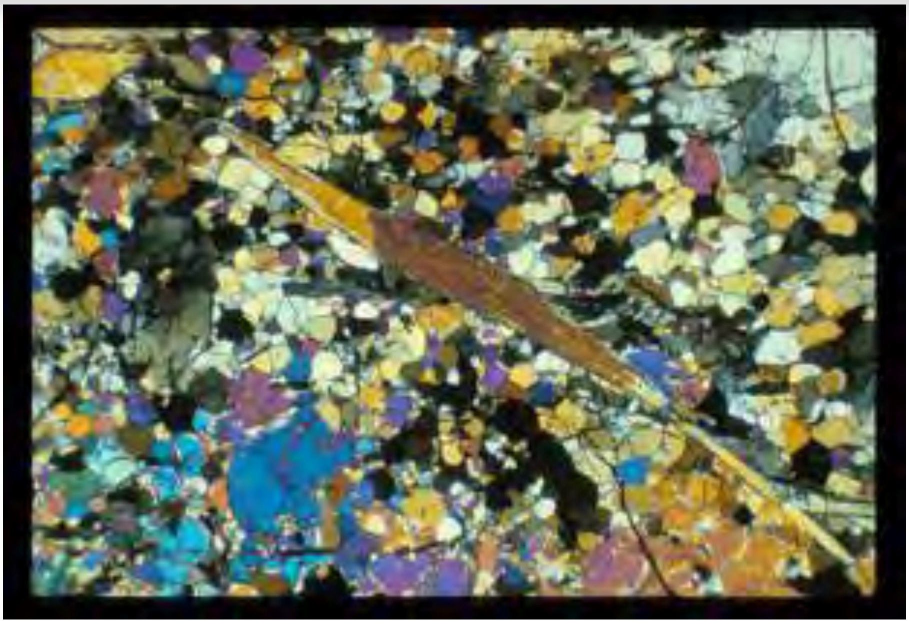
Langkah pembuatan sayatan tipis batuan adalah sebagai berikut.

1. Pemilihan sample batuan

2. Penentuan arah potong pada sampel. Sampel batuan dipotong dengan mesin potong sesuai ukuran dengan tebal 1 cm, lebar 2 cm, dan panjang 4 cm.
3. Pelicinan salah satu permukaan sampel pada gerinda mesin dan hand gerinda, penggosokan salah satu permukaan slide glass. Setelah itu ditipiskan dengan batu asah sampai ketebalannya 0,5 cm.
4. Keping batuan ditempel pada slide glass. Sampel digerinda sampai pada ketebalan mendekati 0,03 mm dengan mesin gerinda.
5. Untuk mengetahui ketebalan 0,03 mm ini maka diperiksa dengan mikroskop polarisasi sampai mineral mineralnya tampak jelas dan mineral kuarsa tampak berwarna kuning jerami dan atau mineral plagioklas berwarna putih (tidak berwarna warni lagi pada mikroskop polarisasi sejajar nikol)
6. Pemasangan cover glass. Setelah mencapai ketipisan 0,03 mm, lalu di atas sayatan tersebut kita Canada balsam lalu kita tutup dengan kaca penutup.
7. Sayatan dibersihkan dengan alkohol, xylene, toluene
8. Pemberian kode & no. sample pemula untuk penulisan kode sayatan (misal LP1, bagian tengah)
9. Sample sayatan disusun dalam tray untuk dikirim ke Lab. Petrografi
10. Selanjutnya sayatan tipis siap diamati dengan memakai mikroskop polarisasi.



Gambar 2.9. Mikroskop polarisator



Gambar 2.10. sayatan batuan dari mikroskop



Gambar 2.11. siswa mengamati sayatan tipis

DAFTAR PUSTAKA

Bateman, A.M.., 1956, *The Formation of Mineral Deposit Third Edition*. New York : John Willey & Sons

Bateman, A.M., & Jensen, M. L., 1981. *Economic Mineral Deposit,* New York : John Willey & Sons

Best, M.G., 1982., *Igenous and Metamorphic Petrology.* San Fransisco: W.H Freeman and Company

Berry L.G and Mason B., 1989, Mineralogy, Freeman W. and Co San Francisco

Blatt, H. and Ehlers, E. G. M., 1980., *Petrology, Igneous, Sedimentary, and Metamorphic*. San Fransisco : W.H. Freeman and Company

Blatt, H. Middleton, G.Murray, R., 1979. *Origin of Sedimentary Rock Prentice Hall, Englewood, Dlifs*

Dana ES., 1960, A Textbook of Mineralogy, John Willey and Sons Inc. New York

Danisworo C. Ir., 1980, Mineralogi (Buku Petunjuk Praktikum), Fakultas Teknik Geologi UPN “Veteran” Yogyakarta.

Denned Williams H., 1960, Principle of Mineralogy, The Ronald Press Company, New York. Escher BG., 1949, Algemene Mineralogie en Krystallografie, Oogsqust.

Duff, P. McL. D., 1996. *Principles of Physical Geology*:Holmes

Eskola, Penti Eelis, 1920. *The Mineral Facies of Rocks*

Fisher R.V, Schmincke H.,1984. *Pyroclastic Rock* , Mc Graw Hill Book Company : New York

Flint. V.L., Essentials Of Crystalography, Peace Publisher Moscow.

Hahn, Theo, ed. (2002). International Tables for Crystallography, A(5th ed.). New York.

Huang W.T., 1962. *Petrology*, New York, San Fransisco, Toronto, London:Mc Graw-Hill Book Company

Hutchison, Charles, 1983, *Economic Deposit and Their Tectonic Setting, The Macmillan Press LTD*

James Dwight Dana., 1887, Mineralogy and Petrography, John Willey and Sons Inc. New York

Jackson K.C., 1970, *Text Book of Litology*, New York:Mc Graw Hill Book Company

Kraus E., Hunt WF. and Ramsdell LS., 1959, Mineralogy, Mc Graw Hill Book Company Inc. New York.

Koesoemadinata R.P., 1981. *Prinsi-Prinsip Sedimentasi*, Bandung:Departemen Teknik Geologi ITB Kosmono, 1979, Batuan, Depdikbud, Jakarta.

Kranss, E.H. & Lawson, C. B. S., 1947. *Genus and Gen Materials Fourth Edition.* New York: Mc Graw-Hill Book Company

Lindgren & Waldemar, 1933. *Mineral Deposits Fourth Edition* New York: Mc Graw-Hill Book Company

Marshal, Stephen, *Essentials of Geology 3rd Edition*

Miyashiro, A., 1972, *Metamorphism and Metamorphic Belts*, London, Boston, Sidney : George Allen and Unwin

Pettijohn F.J., 1975. *Sedimentary Rocks*. Third Edition, Marker, and Bow Publisher

Phillpots, Anthony, 1990. *Priciples of Igneous and Metamorphic Petrology*

Setia Graha, Doddy, 1987, Batuan dan Mineral, Penerbit Nova, Bandung.

Soetoto, 1979, Materi Penyusun Tubuh Bumi, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Sprey, A., 1979., *Metamorphic Texture.* Oxford New York – Toronto – Sidney – Paris – Farnkfurt : Pergoman Press

Sukardi, 1989, Mineral Optik, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Turner, Francis John, 1948. *Mineralogical and Structural Evolution of Metamorphic Rocks pp. 1–332*

Turner , F.J Verhoogen, 1960*. Igneous and Metamorphic Rock Second Edition,* New York:Mc Graw Hill Book Company

Viser, W.A., *Geological Nomenklatur*

Walker, H. G. F., 1976. Petrogenesis of Metamorphic Rock. Departement of Mineralogy and Petrology

Waters, Dave. *Metamorphic facies*

Williams, H. Turner , F.J, Gilbert , C. M , 1954 , *Petrography* , San Fransisco : W.M. Freeman and Co.

Gambar sebagian dari internet :

Adit.2010.*Klasifikasi.*http://jurnal-geologi.blogspot.com/2010/02/klasifikasi-batuan-metamorf-berdasarkan.html (diakses tanggal 18 November 2011 pukul 02.00 WITA)

Bernard.2010.*Metamorf.*http://pocongkesurupan.blogspot.com/2010/09/klasifikasi-batuan-metamorf-menurut.html (diakses tanggal 18 November 2011 pukul 02.00 WITA)

Cici.2010. *Macam Batuan.*http://kuningtelorasin.wordpress.com/batuan-macam-dan-pembentukannya/ (diakses tanggal 18 November 2011 pukul 02.00 WITA)

Hazar.2009.*Batuan.*http://geohazard009.wordpress.com/2009/12/09/batuan-metamorf/ (diakses tanggal 18 November 2011 pukul 02.00 WITA)

Wingma.2011.*Batuan.*http://wingmanarrows.wordpress.com/geological/petrologi/batuan-metamorf/ (diakses tanggal 18 November 2011 pukul 02.00 WITA)

http://www.cas.umt.edu/geosciences//faculty/hendrix/g100/mudcracks.jpg

http://clasticdetritus.files.wordpress.com/2009/09/fff92.jpg

http://geologiterapan.blogspot.com/p/geologi.html

http://www.nr.gov.nl.ca/mines&en/geosurvey/education/features/structures/images/gradedlg.jpg

Roger Weller, geology instructor : wellerr@cochise.edu

http://s0.geograph.org.uk/photos/07/14/071404_6ecfe9b0.jpg